

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**SIMULAÇÃO DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS NO  
DISTRITO FEDERAL E ENTORNO**

**MARCELO SILVA SANTANA**

**ORIENTADOR: OSCAR DE MORAES CORDEIRO NETTO**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA  
CIVIL**

**BRASÍLIA / DF: JULHO – 2016**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**SIMULAÇÃO DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS NO  
DISTRITO FEDERAL E ENTORNO**

**MARCELO SILVA SANTANA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Oscar de Moraes Cordeiro Netto, Doutor. (ENC/FT/UnB)**  
**(ORIENTADOR)**

---

**Profa. Conceição de Maria A. Alves, PhD. (ENC/FT/UnB)**  
**(EXAMINADORA INTERNA)**

---

**Engº Fuad Moura Guimarães Braga, MSc. (CAESB/DF)**  
**(EXAMINADOR EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 06 de julho de 2016.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

SANTANA, MARCELO SILVA

Simulação dos Sistemas de Recursos Hídricos no Distrito Federal e Entorno. 2016.

xiii, 175 p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2016)

Monografia de Projeto Final – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Sistemas de Suporte a Decisões    2. AcquaNet

3. Gestão dos Recursos Hídricos    4. Sistema de Abastecimento do DF e Entorno

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SANTANA, M. S. (2016). Simulação dos Sistemas de Recursos Hídricos no Distrito Federal e Entorno. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 175 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marcelo Silva Santana

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: Simulação dos Sistemas de Recursos Hídricos no Distrito Federal e Entorno

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2016

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Marcelo Silva Santana

SHIGS 713 bloco T casa 46.

70380-720 – Brasília – Brasil

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meu sincero agradecimento ao Prof. Dr. Oscar de Moraes Cordeiro Netto pelos conselhos, suporte e atenção dados. Aproveito por expressar gratidão também pela cordialidade ao me atender e a constante intenção de me auxiliar nos momentos de maior dificuldade. Indiscutivelmente esse apoio foi primordial à conclusão desse projeto.

Também gostaria de me mostrar grato à ajuda disponibilizada pela Eng.<sup>a</sup> Ana Luisa Nunes de Alencar Osorio pela disponibilidade de auxiliar no melhor entendimento das proposições desse projeto e das funcionalidades da plataforma utilizada.

Agradeço enormemente inclusive à equipe do Projeto RIDES pela sua disposição em ajudar no prosseguimento do trabalho e nas considerações a serem adotadas nos cenários aqui simulados.

Agradeço à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, do Ministério das Cidades, que, no contexto do Termo de Execução Descentralizada, firmado com a UnB, para desenvolvimento do Estudo “Diagnóstico do Saneamento Básico das Regiões Integradas de Desenvolvimento (RIDES) do Brasil (RIDE DF e Entorno, RIDE Polo Grande Teresina/PI, e RIDE Polo Petrolina/PE e Juazeiro/BA)” propiciou acesso a dados primários, idas a campo e respaldo institucional para desenvolvimento de etapas do presente trabalho.

Não posso deixar de agradecer também aos membros da banca avaliadora por sua disponibilidade e instrução para o melhor desenvolvimento desse trabalho.

Por fim, mas não menos importante, tomo o espaço para registrar minha profunda gratidão à minha família, especialmente a meu pai pelos sábios conselhos, minha mãe pelo incansável apoio, meus padrinhos pela constante companhia e minha irmã pela amizade eterna. Sem a presença de cada um, eu nada seria.

## RESUMO

O presente relatório teve como objetivo demonstrar o estudo pertinente à representação do sistema de abastecimento de águas no Distrito Federal e Entorno. Estudou-se a utilização de modelos de suporte a decisões para auxiliar a tomada de decisões quanto à gestão de recursos hídricos na região analisada e, como já havia sido feito em trabalhos anteriores, decidiu-se pela aplicação dos conceitos a partir do uso do aplicativo de alocação de águas desenvolvido pelo LabSid (Laboratório de Sistemas de Suporte a Descisões) da USP, denominado AcquaNet. Para o melhor entendimento das funcionalidades do programa, analisaram-se as simulações realizadas por Osorio (2011), utilizando os dados fornecidos pelo Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (PGIRH) e Plano Diretor de Água e Esgoto do Distrito Federal, além de outros relatórios apresentados pela CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal). Ademais, os modelos disponibilizados por Fernandez (2012) e Dantas (2012) serviram como referência complementar para a modelagem e validação da malha construída na nova versão da plataforma. Objetivando criar uma rede representativa do sistema de recursos hídricos da região compreendida pela RIDE DF (Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal), o estudo partiu para a adaptação do modelo validado. Adicionou-se a consideração do retorno de vazões de esgoto, acrescentaram-se à alimentação as características físico-hidrológicas da bacia do Rio Corumbá e consideraram-se, na modelagem, as exigências das cidades circunvizinhas ao DF. A partir disso, uma malha de referência pôde ser criada para avaliação de possíveis alternativas de abastecimento compartilhado na região estudada. E, por meio dela, cenários variados de aumento populacional e variação climática foram testados para avaliar o comportamento do sistema de abastecimento projetado para atender às demandas exigidas pela região. Os resultados obtidos permitiram concluir que a conformação adotada para a rede de fluxos representativa se mostrou bastante eficaz no atendimento às necessidades de abastecimento. A par disso, a plataforma AcquaNet se posicionou como bastante versátil para as diferentes aplicações planejadas, funcionando como uma forte auxiliadora para futuras análises de gerenciamento de usos da água.

# SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVOS E METODOLOGIA .....	4
3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA ACQUANET .....	7
3.1 MODELO MATEMÁTICO DE OTIMIZAÇÃO .....	9
4. ÁREA DE ESTUDOS DO PROJETO .....	12
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	17
4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS DEMANDAS POR ÁGUA.....	18
4.2.1 DEMANDAS POR ABASTECIMENTO .....	19
4.2.2 DEMANDAS POR IRRIGAÇÃO .....	20
4.3 REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO .....	20
5. DEFINIÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA .....	22
5.1 MODELAGEM DO PADRÃO DE SIMULAÇÕES .....	22
5.2 SIMULAÇÃO DE CONFIRMAÇÃO.....	27
5.3 SIMULAÇÃO DE REFERÊNCIA COM VAZÕES MAIS PRECISAS .....	31
6. ADAPTAÇÃO DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA .....	35
6.1 INCLUSÃO DAS VAZÕES DE ESGOTO NO MODELO .....	35
6.2 ALIMENTAÇÃO DO MODELO COM DADOS DA BACIA DO CORUMBÁ ....	39
6.2.1 REPRESA DE UHE CORUMBÁ IV .....	39
6.2.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....	39
6.2.1.2 PRIORIDADE E VOLUME META .....	40

6.2.1.3	EVAPORAÇÃO .....	41
6.2.1.4	VAZÃO REMANESCENTE DA REPRESA .....	41
6.2.2	RIO CORUMBÁ.....	42
6.2.2.1	VAZÕES AFLUENTES DE CORUMBÁ IV .....	42
6.2.2.2	DEMANDA DE IRRIGAÇÃO.....	43
6.3	INCLUSÃO DA DEMANDA DE NOVO GAMA.....	45
7.	ANÁLISE E DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS .....	50
7.1	SIMULAÇÕES DA CAPACIDADE DE ABASTECIMENTO DO LAGO PARANOÁ.....	50
7.1.1	SIMULAÇÃO COM CAPTAÇÃO CONTÍNUA.....	50
7.1.2	SIMULAÇÃO COM CAPTAÇÃO ADAPTÁVEL .....	53
7.2	SIMULAÇÕES DE AUMENTO POPULACIONAL.....	56
7.2.1	AUMENTO POPULACIONAL X AUMENTO DE DEMANDA POR ABASTECIMENTO.....	56
7.2.2	DETERMINAÇÃO DAS POPULAÇÕES FUTURAS .....	57
7.2.3	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025 .....	59
7.2.4	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035 .....	62
7.3	SIMULAÇÕES COM REFORÇO DO LAGO PARANOÁ, DESCOBERTO E CORUMBÁ IV .....	67
7.3.1	INCLUSÃO DA DEMANDA DE SÃO SEBASTIÃO .....	67
7.3.2	REFORÇO DOS RESERVATÓRIOS.....	68
7.3.3	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025 .....	68
7.3.4	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035 .....	74
7.4	SIMULAÇÕES DE ABASTECIMENTO FUTURO DA RIDE DF .....	77

7.4.1	CÁLCULO DAS DEMANDAS DE CADA MUNICÍPIO.....	77
7.4.2	ALOCÇÃO DAS DEMANDAS NA REDE SIMULADA.....	79
7.4.3	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025 .....	81
7.4.4	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035 .....	84
7.5	SIMULAÇÃO COM AUMENTO DO PERÍODO DE ESTIAGEM.....	86
7.5.1	ESCOLHA DOS PERÍODOS CRÍTICOS.....	87
7.5.2	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025 .....	87
7.5.3	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035 .....	90
7.6	SIMULAÇÕES COM ALÍVIO NO SISTEMA DESCOBERTO.....	92
7.6.1	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025 .....	93
7.6.2	SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035 .....	94
8.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	96
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	98
	APÊNDICES .....	101
	APÊNDICE A – VAZÕES ESTIMADAS.....	102
	APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES .....	106
	APÊNDICE C – VAZÕES NATURAIS COM VARIABILIDADE CLIMÁTICA.....	139
	APÊNDICE D – MNUAL DE USO DO ACQUANET .....	161



## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Captações do Sistema de Abastecimento de Água.....	17
Tabela 4.2 – Disponibilidades Hídricas no DF. ....	18
Tabela 4.3 – Volumes Consumidos para as Regiões da RIDE DF Analisadas Neste Trabalho. .....	19
Tabela 5.1 – Subdivisões das Demandas do Sistema Descoberto.....	22
Tabela 5.2 – Subdivisões das Demandas do Sistema Santa Maria/Torto. ....	23
Tabela 5.3 – Subdivisões das Demandas do Sistema Brazlândia.....	24
Tabela 5.4 – Subdivisões das Demandas do Sistema Sobradinho/Planaltina. ....	24
Tabela 5.5 – Natureza de Dados a Serem Alimentados em cada Nó. ....	28
Tabela 5.6 – Comparativo com o Modelo de Osorio (2011) de Resultados de Demanda. ....	29
Tabela 5.7 – Comparativo com o Modelo de Osorio (2011) de Resultados de Reservatório..	30
Tabela 5.8 – Comparativo com o Modelo de Fernandez (2012) de Resultados de Demanda.	33
Tabela 6.1 – Descrição do Atendimento das ETE's e das Unidades Hidrográficas onde deságuam.....	36
Tabela 6.2 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Descoberto.....	37
Tabela 6.3 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Santa Maria/Torto. ....	38
Tabela 6.4 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Brazlândia.....	38
Tabela 6.5 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Sobradinho/Planaltina. ....	39
Tabela 6.6 – Descrição dos Volumes Característicos para o Reservatório de UHE Corumbá IV. .....	40

Tabela 6.7 – Relação Cota x Área x Volume da Represa de Corumbá IV. ....	40
Tabela 6.8 – Informações de Prioridade e Volume Meta para o Reservatório de Corumbá IV .....	41
Tabela 6.9 – Descrição da Taxa de Evaporação ao Longo do Ano no Reservatório de Corumbá IV.....	41
Tabela 6.10 – Descrição das Vazões Remanescentes em Função das Vazões $Q_{7,10}$ . ....	42
Tabela 6.11 – Descrição da Série de Vazões Naturais para as Vazões Afluentes de Corumbá IV .....	42
Tabela 6.12 – Descrição dos Valores de Demandas de Irrigação para as Bacias Hidrológicas Estudadas.....	44
Tabela 6.13 – Descrição dos Valores da Média e Desvio Padrão das Distribuições. ....	45
Tabela 6.14 – Descrição das Distribuições de Demandas de Irrigação para cada Unidade Hidrológica.....	45
Tabela 6.15 – Descrição dos Parâmetros das Curvas Normalizadas.....	46
Tabela 6.16 – Descrição da Demanda Distribuída para Novo Gama.....	46
Tabela 6.17 – Comparativo com o Modelo Base sem as Alterações. ....	48
Tabela 6.18 – Comparativo com o Modelo Base sem as Alterações. ....	49
Tabela 7.1 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Demandas.....	52
Tabela 7.2 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Reservatórios. ....	53
Tabela 7.3 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Demandas.....	54
Tabela 7.4 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Reservatórios. ....	55
Tabela 7.5 – Dados Demográficos da RIDE DF. ....	57
Tabela 7.6 – Descrição das Demandas Futuras do Cenário 2025. ....	59
Tabela 7.7 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Demanda. ....	60

Tabela 7.8 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ....	61
Tabela 7.9 – Descrição das Demandas Futuras do Cenário 2035. ....	63
Tabela 7.10 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Demanda. ....	64
Tabela 7.11 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	65
Tabela 7.12 – Descrição do Volume Consumido e da Demanda Média de São Sebastião.....	67
Tabela 7.13 – Descrição dos Parâmetros das Curvas Normalizadas.....	68
Tabela 7.14 – Descrição da Demanda Distribuída para São Sebastião.....	68
Tabela 7.15 – Descrição da Demanda Futura de São Sebastião do Cenário 2025.....	69
Tabela 7.16 – Descrição das Falhas Máximas para os Nós que Sofreram Falta no Abastecimento.....	69
Tabela 7.17 – Demandas Alteradas com a Retirada das Falhas Máximas. ....	69
Tabela 7.18 – Comparativo com o Cenário de 2025 sem Reforço. ....	71
Tabela 7.19 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	73
Tabela 7.20 – Descrição da Demanda Futura de São Sebastião do Cenário 2035.....	74
Tabela 7.21 – Descrição das Falhas Máximas para os Nós que Sofreram Falta no Abastecimento.....	74
Tabela 7.22 – Demandas Alteradas com a Retirada das Falhas Máximas. ....	74
Tabela 7.23 – Comparativo com o Cenário de 2035 sem Reforço. ....	75
Tabela 7.24 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	76
Tabela 7.25 – Descrição do Volume Consumido e da Demanda Média de São Sebastião.....	77
Tabela 7.26 – Descrição dos Parâmetros das Curvas Normalizadas.....	78
Tabela 7.27 – Descrição das Demandas Distribuídas. ....	78
Tabela 7.28 – Distribuição das Demandas da RIDE DF. ....	79
Tabela 7.29 – Descrição das Demandas Futuras da RIDE DF do Cenário 2025.....	81

Tabela 7.30 – Comparativo com o Cenário de 2025 sem Reforço. ....	82
Tabela 7.31 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	83
Tabela 7.32 – Descrição das Demandas Futuras da RIDE DF do Cenário 2035. ....	84
Tabela 7.33 – Comparativo com o Cenário de 2035 sem Reforço. ....	85
Tabela 7.34 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	86
Tabela 7.35 – Comparativo com o Cenário de 2025 sem Reforço. ....	88
Tabela 7.36 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	89
Tabela 7.37 – Comparativo com o Cenário de 2035 sem Reforço. ....	90
Tabela 7.38 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios. ..	92
Tabela 7.39 – Comparativo de Resultados de Reservatórios. ....	94
Tabela 7.40 – Comparativo de Resultados de Reservatórios. ....	95
Tabela 7.41 – Vazões Efluentes do Lago Paranoá. ....	95

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 2.1 – Fluxo de Atividades. ....	6
Figura 4.1 – Representação da Área de Estudo do PGIRH. Fonte: Adasa, 2015. ....	14
Figura 4.2 – Mapa Hidrográfico do Distrito Federal. Fonte: Adasa, 2015. ....	16
Figura 4.3 – Representação do Sistema de Abastecimento de Águas do DF. Fonte: CAESB, 2009. ....	21
Figura 5.1 – Topologia da Simulação. Fonte: Osorio, 2011. ....	25
Figura 6.1 – Representação dos Nós de Volume Referentes a Corumbá IV e ao Rio Corumbá. ....	43
Figura 6.2 – Topologia Atualizada. ....	47
Figura 7.1 – Representação da Demanda Fictícia Imposta. ....	51

Figura 7.2 – Representação dos Reforços do Descoberto e de Corumbá IV. ....	71
Figura 7.3 – Representação do Reforço do Lago Paranoá. ....	71
Figura 7.4 – Topologia RIDE DF.....	80
Figura 7.5 – Reforço do Sistema do Descoberto por Corumbá IV. ....	93
Figura C.1 – Janela de comando do AcquaNet 2013. ....	162
Figura C.2 – Botões de Desenho da Rede. ....	162
Figura C.3 – Botão de Acesso à Janela de Definições Gerais.....	163
Figura C.4 – Janela de Alocação das Definições Gerais do Modelo. ....	164
Figura C.5 – Definição de Subsistema de Reservatórios. ....	167
Figura C.6 – Janela de Inserção de Dados Físicos de Reservatório. ....	168
Figura C.7 – Janela de Inserção de Dados de Prioridade e Volume Meta de Reservatório. ...	169
Figura C.8 – Janela de Inserção de Dados de Demanda. ....	169
Figura C.9 – Janela de Inserção de Dados de Prioridade de Demanda. ....	170
Figura C.10 – Botão de Acesso à Janela de Dados Globais. ....	171
Figura C.11 – Janela de Inserção de Dados Globais. ....	171
Figura C.12 – Botão de Salvação do Projeto. ....	171
Figura C.13 – Botão de Realização dos Cálculos. ....	171
Figura C.14 – Botão de Acesso aos Resultados. ....	172
Figura C.15 – Janela de Apresentação de Resultados de Reservatórios. ....	172
Figura C.16 – Janela de Apresentação de Resultados de Demandas. ....	173
Figura C.17 – Janela de Apresentação de Resultados de Arcos.....	175

# 1. INTRODUÇÃO

O Brasil viveu, nos últimos dois anos, uma situação de intensa escassez hídrica que assolou diversas unidades da federação, atingindo principalmente os estados de São Paulo e Minas Gerais, polos em produção no país e, por conseguinte, dignos de consumo intensivo de recursos hídricos. Ganha-se em evidência, com isso, a problemática do equilíbrio entre demanda da população e oferta de águas. Num processo natural de desenvolvimento da sociedade, a população aumenta e aprimora a complexidade do uso da água, exigindo cada vez mais dos recursos disponíveis na região. E, em períodos de estresse hídrico, fazem-se cada vez mais necessárias ações de cunho político que promovam o equilíbrio das demandas e ofertas desses recursos, buscando tanto uma maior conscientização da população quanto ao uso racional da água, quanto uma busca maior por novas alternativas de abastecimento.

O Distrito Federal entra nesse quadro com uma situação peculiar, detentor de um dos maiores consumos de água *per capita* do país, a região se vê também desprivilegiada de recursos hídricos à disposição, chegando a consumos alarmantes de 86,9% da capacidade total do sistema, segundo dados do Relatório Anual da Administração da CAESB (2015). Vê-se, portanto, como necessária a busca de novas alternativas de abastecimento para tornar a operação do sistema mais segura, sustentável e detentora de uma menor porcentagem de falhas no atendimento à população.

Para auxiliar nessas decisões, modelos de simulação da realidade são cada vez mais utilizados atualmente com o objetivo de disponibilizar informações acerca das manipulações passíveis de serem feitas na rede e das diferentes opções a serem exploradas para promover a otimização do sistema. Segundo disposto por Simonovic (1992), o desenvolvimento de decisões quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos é principalmente baseado em simulações e processos de otimização. E, como dito por Tsutiya (2003), o uso da informática, com modelos matemáticos e equipamentos de controle hoje bem desenvolvidos e disponíveis no mercado, tem sido determinante para uma maior eficiência na operação dos sistemas de saneamento.

Modelos que contemplem uma abordagem geral do ambiente a ser simulado são os prioritários na escolha dos tomadores de opinião, quando se busca a modelagem de um sistema. Algoritmos que ponderam aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais apresentam tendência em seu uso, disponibilizando dados de análise e otimização nos mais variados campos da rede de abastecimento. Esses modelos são denominados como multicritérios ou multiobjetivos e

propiciam, além da prioridade ao abastecimento, uma maior atenção ao impacto ambiental dessas decisões, por exemplo, buscando sempre alternativas que contemplem todas as áreas críticas a fim de dispor a opção que melhor se adequa a todos os requisitos. Percebe-se, portanto, que se extingue o conceito de uma alternativa ótima. Nessa análise, uma alternativa A só é considerada mais preferível que a B, se em todos os critérios adotados para a análise a primeira for superior à segunda; caso contrário, ambas as alternativas serão elegíveis à comparação e devem ser consideradas e ponderadas para se adequar a cada situação de demanda (Porto e Azevedo, 2002).

A problemática do abastecimento no Distrito Federal envolve a consideração de diferentes aspectos além de somente levar em conta da grande demanda por usos consuntivos. Exemplos desses outros fatores são os impactos ambientais possivelmente causados por novas captações (como manutenção do nível do Lago Paranoá e conservação de aspectos de qualidade das águas dos diferentes reservatórios). Por conta dessa natureza multiobjetiva da representação do sistema de recursos hídricos da região, essa modelagem por algoritmos multicritério foi a escolhida por este projeto. E o *software* utilizado para as simulações foi o denominado AcquaNet, desenvolvido pelo LabSid da USP.

Desenvolvido às bases de um modelo de simulação por modelos de rede de fluxo, o AcquaNet reúne técnicas de simulação e otimização em sua programação, que permitem analisar grandes sistemas de recursos hídricos com maior facilidade que técnicas convencionais. Além disso, com uma estrutura de dados generalizada, o modelo ganha em interatividade, permitindo que, em processos de planejamento e gerenciamento, mudanças na estrutura do sistema sejam inseridas com simplicidade (Azevedo *et al.*, 1999).

O uso desse modelo torna possível a disposição dos mais diversos recursos hídricos disponíveis na região de estudo, assim como o sistema de captação e de abastecimento de água da localidade, permitindo, pela simulação, analisar os cenários de déficit ou sobra de água em determinadas localidades. Além disso, com os dados de atendimento às demandas, uma análise pode ser feita acerca da capacidade dos reservatórios de suprir o consumo local, disponibilizando informações que auxiliam na tomada de decisões sobre os futuros recursos a serem explorados, assim como as possíveis alterações na rede já existente.

O presente projeto foi estruturado em duas etapas. No que tange à primeira delas, buscou-se primeiramente a familiarização com as funcionalidades disponibilizadas pelo programa AcquaNet utilizando, para isso, a representação do sistema de captação e abastecimento do DF

proposta por Osorio (2011) como base e os resultados obtidos pela autora para análise e fundamentação do conhecimento. Além disso, dados dispostos por Dantas (2012) e alterações propostas por Fernandez (2012) foram considerados para a adequação da rede simulada aos cenários hidrológicos mais precisos descritos nesses relatórios.

Já a segunda parte deste trabalho realizou adaptações do modelo validado, objetivando criar uma rede representativa do sistema de recursos hídricos da região compreendida pela RIDE DF. Adicionou-se a consideração do retorno de vazões de esgoto, acrescentaram-se à alimentação as características físico-hidrológicas da bacia do Rio Corumbá e consideraram-se, na modelagem, as exigências das cidades circunvizinhas ao DF.

Esse processo descrito permitiu a criação de uma malha de referência para a análise de variadas situações futuras e de alternativas de abastecimento compartilhado na região estudada. E, por meio dela, cenários variados de aumento populacional e variação climática foram testados para verificar o comportamento do sistema de abastecimento projetado para atender às demandas exigidas pela região.

Organizou-se este relatório por meio de oito capítulos: Introdução (1); Objetivos e Metodologia (2); Descrição do Programa AcquaNet (3); Área de Estudos do Projeto (4); Definição do Modelo de Referência (5); Adaptação do Cenário de Referência (6); Análise e Descrição dos Resultados (7); e Conclusões e Recomendações (8).

No capítulo Descrição do Programa AcquaNet, faz-se uma breve introdução sobre os modelos matemáticos da programação da plataforma utilizada neste projeto, com uma descrição das características do programa. Em seguida, a seção Área de Estudos do Projeto apresenta os dados coletados para descrever a região do Distrito Federal e Entorno, dados esses que subsidiaram as modelagens no programa. O capítulo que se seguira (Definição do Modelo de Referência) descreve a construção do modelo-base desse relatório, a comparação dele com os resultados apresentados por Osorio (2011), as mudanças nessa rede de fluxo para as vazões regionalizadas apresentadas por Dantas (2012) e, por fim, a confirmação de seus resultados com os apresentados por Fernandez (2012). Na Adaptação do Cenário de Referência, relatam-se os melhoramentos feitos na modelagem para adequá-la à situação atual da rede estudada e para subsidiar as situações posteriormente testadas. Por fim, os últimos capítulos descrevem as hipóteses adotadas e os resultados adquiridos para cada cenário futuro testado, assim como as conclusões e recomendações para estudos futuros.



## **2. OBJETIVOS E METODOLOGIA**

Pretende-se com esse projeto fazer o uso de simulações a partir do aplicativo de tomadas de decisão AcquaNet, tomando-se como base o modelo de representação da rede de fluxo do DF apresentado por Osorio (2011) e atualizações propostas por Dantas (2012) e Fernandez (2012). Como resultado, ao final do estudo, objetivou-se, portanto, validar as modelagens digitais desses projetos de referência para a versão mais recente da plataforma de simulação e aprimorar sua representação, permitindo com isso que o modelo sirva como subsídio para análise de diversos cenários e realidades de uso da água na região do Distrito Federal e Entorno.

Dividiu-se o estudo em duas etapas, em que a primeira se destinou ao conhecimento do aplicativo, replicação do modelo de rede de fluxo e adaptação aos cenários atuais mais precisos; e já na segunda, reservou-se para a melhora e posterior aplicação do modelo para as diversas situações propostas para análise.

Buscou-se por séries de vazões anuais nos pontos das extremidades da rede, assim como curvas cota x área x volume e capacidade mínima e máxima dos reservatórios que abastecem a rede, tentando agregar informações que alimentassem o programa e permitissem a simulação das situações a serem propostas.

Para se conseguir as bases de dados necessárias para alimentar o sistema, foram consultados bancos de dados disponibilizados pela CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal), SANEAGO (Companhia de Saneamento de Goiás), ADASA (Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal) e ANA (Agência Nacional de Águas). Além disso, planos diretores de saneamento (como o Plano Diretor de Água e Esgoto do DF) e planos de gerenciamento de recursos hídricos (como o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos) foram também fontes na aquisição de informação.

A familiarização com o modelo de rede de fluxos, AcquaNet, ela foi conseguida a partir da pesquisa de bibliografia relacionada ao tema, na qual se identificaram bases teóricas do modelo e exemplos de aplicação (os quais foram replicados no programa e possibilitaram o conhecimento das diferentes funcionalidades disponibilizadas pela plataforma).

Para a simulação dos diferentes cenários de abastecimento (tanto as diferentes opções de captação disponíveis, como as alterações na rede passíveis de serem feitas), contou-se com o apoio de docentes da Universidade de Brasília, técnicos da CAESB e outros membros componentes do Projeto das Regiões Integradas de Desenvolvimento – RIDEs (Regiões

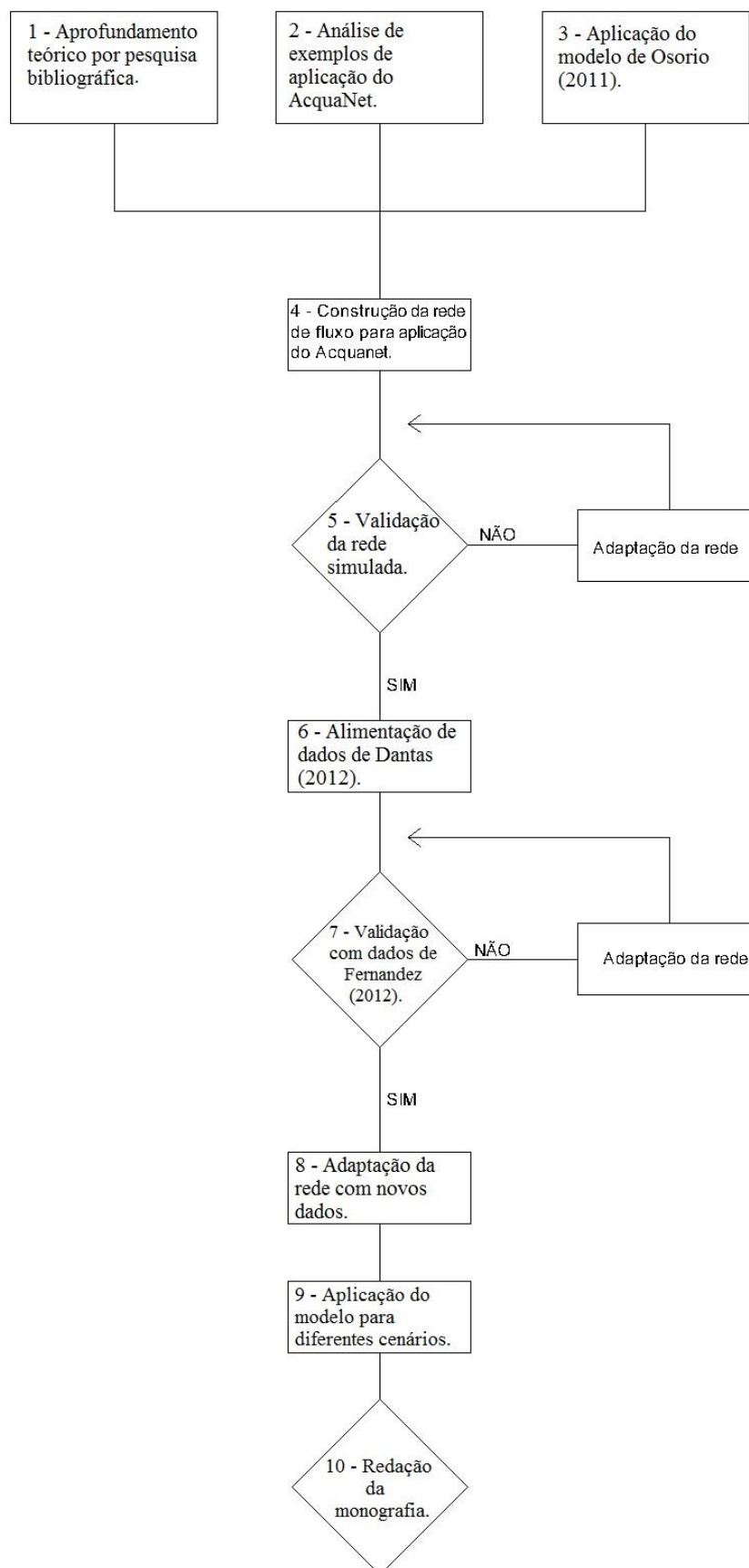
Integradas de Desenvolvimento – as quais, segundo o Ministério da Integração Nacional, se caracterizam por ser uma iniciativa de cooperação entre municípios de mais de uma Unidade da Federação tendo como objetivo a articulação e harmonização de ações administrativas de entes públicos em prol do desenvolvimento de regiões de baixa atividade econômica, do recebimento prioritário de recursos públicos e dos investimentos que buscam por reduzir desigualdades sociais).

O estudo aqui descrito realizou 7 (sete) simulações principais, que serão mais bem explicadas nos capítulos cinco (5), seis (6) e sete (7). A primeira foi feita com o intuito inicial de modelar a rede nos moldes das referências adotadas – primeiramente confirmando com a comparação com os resultados de Osorio (2011) e posteriormente adotando os dados de Dantas (2012) e comparando com as conclusões de Fernandez (2012). Em seguida, partiu-se para o melhoramento da modelagem com adaptações para alinhá-la ao cenário atual e a possíveis cenários futuros de abastecimento compartilhado na RIDE DF. E, por fim, essa simulação estudou as capacidades de aportes de água do Lago Paranoá para futuros cenários de captação.

Na segunda simulação, cenários futuros de abastecimento foram testados, levando-se em conta o impacto da evolução demográfica para os anos de 2025 e 2035 no DF e Entorno, modificando-se, assim, as demandas na rede de fluxos que serviu como base para este trabalho. Os testes que se seguiram avaliaram as respostas modelo na garantia do abastecimento da região estudada, baseando-se em diferentes adversidades.

O terceiro teste simulado apresentou o modelo de rede de fluxos, considerando apenas as demandas do DF, e o seu comportamento com o crescimento populacional para 2025 e 2035. Na quarta simulação, estudou-se o impacto da inclusão de demandas do Entorno nessa proposta de intervenção nos cenários futuros de 2025 e 2035. A quinta simulação buscou avaliar o eventual impacto das mudanças climáticas, com a inclusão de uma hipótese que adotava o prolongamento do período crítico de estiagem da região, tendo em vista as mesmas condições demográficas futuras. E as duas últimas simulações se caracterizaram por testar um possível alívio das demandas exigidas do Sistema Descoberto nas situações apresentadas na terceira e na quarta simulações, respectivamente.

Por fim, o desenvolvimento do projeto foi estruturado como se mostra na Figura 2.1, que se segue.



**Figura 2.1 – Fluxo de Atividades.**

### **3. DESCRIÇÃO DO PROGRAMA ACQUANET**

Num ambiente de decisões multidisciplinar, vários agentes são envolvidos num processo decisório e muitas vezes a compatibilização de interesses e a obtenção de soluções conjuntas são dificultadas. Por conta disso, programas que se destinam ao apoio à tomada de decisões são cada vez mais bem vistos, uma vez que objetivam sempre otimizar as soluções a serem escolhidas, além de serem totalmente imparciais e transparentes em suas considerações.

Tais metodologias de programação são denominadas de Sistemas de Suporte a Decisões (SSD), ou também chamadas de Sistemas de Apoio a Decisões (SAD). Para suas ponderações, uma intensa base de dados é levada em consideração, além de se fazer o uso de modelos matemáticos para dar suporte aos resultados encontrados, de modo que ao final se consegue obter um vasto leque de opções a serem consideradas e analisadas a fim de se obter o resultado mais otimizado dentre as alternativas.

Segundo McKinney (2004), um SSD pode ser definido como um sistema digital multidisciplinar e de fácil assimilação pelo usuário, permitindo o gerenciamento de informações e a resolução de problemas complexos não estruturados de recurso hídricos. Sendo que se pode definir problemas não estruturados como aqueles cujas soluções não podem ser descritas por algoritmos bem definidos, apresentando uma formulação imprecisa do papel dos agentes envolvidos; um meio decisório complexo e não tão conhecido; e base de dados a servir como suporte para as simulações é bem limitada.

Essa definição demonstra que os modelos de apoio a decisão são muito bem aplicáveis à realidade de gestão de recursos hídricos, uma vez que a realidade se apresenta com ambientes de informações escassas e muitas vezes imprecisas; a problemática muitas vezes é complexa, não restringindo para apenas uma alternativa a ser considerada e apresentando diferentes restrições a serem observadas num projeto; e possui a impossibilidade de utilização de algoritmos bem conhecidos.

Outras funcionalidades delegadas aos SSDs para o auxílio de tomadores de decisão são: i) consideração dos diversos usos dos corpos hídricos (manutenção de vazões ecológicas, uso para atividades de recreação, suprimento de demandas para abastecimento e para irrigação, etc.); ii) análise de alterações na qualidade das águas; iii) quantificação da eutrofização dos corpos receptores; iv) criação de planos diretores de controle da poluição em bacias hidrográficas; v)

auxílio à gestão dos recursos hídricos, ponderando aspectos de desenvolvimento econômico com conservação ambiental (McKinney, 2004).

Para os intuítos desse estudo, adotou-se o uso do programa desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões (LabSid) da Universidade de São Paulo (USP), denominado AcquaNet. Esse programa se caracteriza por ser um modelo de rede de fluxo para simulação de bacias hidrográficas desenvolvidos nas bases de um outro programa desenvolvido pela *Colorado State University*, nos Estados Unidos, na década de 1980 denominado MODSIM. A estruturação de ambos os modelos é bastante semelhante, a alteração mais significativa, entretanto, deu-se no âmbito do funcionamento e armazenamento de dados e resultados. Enquanto o MODSIM “funciona com arquivos próprios e é completamente responsável pela criação e atualização destes arquivos”, o AcquaNet salva todo esse banco de informações em um arquivo no formato do Microsoft Access tomando como base a estrutura e as funcionalidades disponibilizadas por esse formato (LABSID, 2002).

Para a modelagem de sistemas de recursos hídricos, normalmente dois tipos de modelos são utilizados: modelos que possuem funcionalidades de simulação do sistema e os que se caracterizam por serem designados para a otimização da rede. Enquanto as ferramentas de simulação não se responsabilizam por encontrar uma solução ótima para um problema, buscando principalmente apenas a modelagem do sistema a fim de analisar os diferentes cenários propostos e as conseqüentes reações do sistema a essas alterações; os modelos de otimização levam em conta diversos parâmetros dos diferentes cenários e rodam iterações com o intuito de maximizar ou minimizar esses fatores tendendo pelo encontro de soluções ótimas, ou conjunto das mesmas (Braga *et al.*, 1998).

Os modelos de rede de fluxo surgem com a vantagem de trabalhar em conjunto, com elevada eficiência, os aspectos de otimização e de simulação em sua programação. Sua utilização, segundo Schardong (2006), prioriza a modelagem de sistemas de recursos hídricos complexos permitindo a simulação e otimização da alocação de água nesses meios.

No que tange à plataforma AcquaNet, essa representação da rede de fluxo é feita a partir de nós de volume, representativos de reservatórios (lagos, rios, represas ou qualquer outro tipo de corpo hídrico); nós de passagem (confluências, desvios, demandas e pontos de entrada); e arcos (canais, adutoras e rios naturais). O modelo permite a modelagem com a utilização de infinitos pontos de demanda para permitir a representação correta dos consumos apresentados na bacia, podendo se definir a cada uma delas prioridades de atendimento, que podem ter valor entre 1 e

99 (sendo que 1 representa o valor de maior prioridade). Além disso, a simulação da operação de reservatórios é feita a partir da alimentação do sistema com informações de volume meta e de capacidade mínima e máxima de armazenamento de água, ditando o momento a partir do qual o nó irá armazenar ou distribuir água para a rede. Por fim, alimentações de dados de vazões naturais das demandas e de perdas por evaporação permitem a representação mais real desses nós.

### 3.1 MODELO MATEMÁTICO DE OTIMIZAÇÃO

Na programação da plataforma, para proporcionar a otimização das alternativas consideradas, o modelo faz uso de um algoritmo de programação linear denominado *Out-of-Kilter*. Sua utilização propicia a solução eficiente de problemas de minimização em sistemas de recursos hídricos.

Antes de descrever a formulação do algoritmo linear, deve-se frisar que na programação do modelo algumas considerações foram feitas para tornar a representação da rede fisicamente aplicável. Tais considerações se relacionam ao tratamento do sistema como sendo representado por uma rede pura e para tanto ele deve possuir os seguintes requisitos:

- a) Se caracterizar por ser uma rede capacitada, em outras palavras, ela deve possuir em seus arcos (representações de tubos, canais e rios) limitações superiores e inferiores do fluxo que passa por eles, o que matematicamente é representado como se segue:

$$I_{i,j} \leq X_{i,j} \leq S_{i,j}, \quad \text{Eq. 3.1}$$

sendo que as referências superior e inferior desse condicionante –  $I_{i,j}$  e  $S_{i,j}$  – são dados alimentados na definição das ligações entre nós, em que o limitante inferior ( $I_{i,j}$ ) representa a vazão mínima e o superior ( $S_{i,j}$ ) a vazão máxima a serem transportadas mensalmente pelas conexões entre nós;

- b) Os nós devem ser conservativos, ou seja, não pode haver perdas de vazão em um mesmo nó, deve-se, portanto, observar uma igualdade entre o fluxo que é afluente do nó com o efluente a este. Tal propriedade se encontra descrita matematicamente pela relação seguinte:

$$\sum X_{i,j} = \sum X_{j,k}, \quad \text{Eq. 3.2}$$

em que  $X_{i,j}$  simboliza o fluxo afluente (que é disponibilizado ao nó) fornecido por uma conexão e  $X_{j,k}$  representa o fluxo efluente, que é disponibilizado pelo nó às conexões de saída do mesmo;

- c) Por fim, deve-se atribuir a cada arco um custo unitário de transporte. Tal custo pode não ser um custo real de operação, entretanto é diretamente relacionado às prioridades pré-definidas pelo usuário para cada alternativa de alocação da água. Como descrito pela Eq. 3.3, os custos de cada conexão são dados pelo produto do custo unitário pela vazão transportada na mesma:

$$\text{Custo conexão} = C_{i,j} \times X_{i,j}, \quad \text{Eq. 3.3}$$

com isso, o custo total do sistema representado é dado pela seguinte somatória:

$$\text{Custo total} = \sum C_{i,j} \times X_{i,j}. \quad \text{Eq. 3.4}$$

Vale destacar que para a passagem de vazão de um nó de menor prioridade para um de maior prioridade, o custo associado a esse processo deve ser o mínimo possível.

Tendo isso em vista, para a computação desse custo unitário, define-se a seguinte relação:

$$C_{i,j} = 10 \times P - 1000, \quad \text{Eq. 3.5}$$

em que  $C_{i,j}$  se relaciona ao custo unitário de transporte da vazão pelo arco e  $P$  (que varia entre 1 – maior prioridade – e 99 – menor prioridade) representa a prioridade para a alocação determinada. Percebe-se, portanto, que o custo unitário varia entre  $C = -990$  (com  $P = 1$ , maior prioridade representa o menor custo) e  $C = -10$  (quando  $P = 99$ , menor prioridade relaciona-se com o maior custo).

Como descrito anteriormente, a plataforma AcquaNet utiliza uma formulação de otimização de sua rede simulada, que visa à minimização do custo associado ao fluxo que passa pelo sistema. Por conta disso, o modelo sempre irá buscar a alocação de água em demandas de maior prioridade primeiro em detrimento daquelas de menor. Portanto, em épocas de escassez de recursos, as demandas associadas a consumos de menor prioridade não terão atendimento 100% do tempo da série histórica. Matematicamente, essa otimização (denominada de algoritmo *Out-of-Kilter*) resolve o seguinte problema por um determinado período (mês ou semana):

$$\text{Minimizar} \sum \sum c_{i,j} \times x_{i,j}, \quad \text{Eq. 3.6}$$

em que  $c_{i,j}$  é o custo associado à vazão  $x_{i,j}$  e  $x_{i,j}$  simboliza a vazão média entre os nós  $i$  e  $j$  durante o atual intervalo de tempo (Azevedo *et al.*, 1999).

Isso, então, dá como resultado uma rede simulada com resultados otimizados, dispondo a opção ótima para a conformação adotada da rede, ou seja, o programa dá automaticamente a simulação otimizada, dispondo o suprimento das demandas que demandará o menor custo geral do sistema. Tendo essa definição sido feita, a seguir serão descritos os passos que devem ser

seguidos para o desenvolvimento de uma modelagem na ferramenta do AcquaNet mais voltada para a alocação de recursos, objetivo principal desse estudo.

A interface do programa é bastante intuitiva e permite, apenas com o uso do *mouse*, a representação da rede. Para isso, o programa disponibiliza botões representativos dos diferentes nós a serem incluídos na rede. Há a possibilidade de adicionar e apagar elementos, mover e inserir informações a cada elemento constituinte do sistema.

Por fim, as instruções referentes ao uso e às funcionalidades do programa em questão estão descritas no APÊNDICE D – MNUAL DE USO DO ACQUANET.



## 4. ÁREA DE ESTUDOS DO PROJETO

Com o intuito de regulamentar as ações de fiscalização e gestão de entidades públicas e agentes gestores das águas no DF, surge o Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRH, 2005), realizado em parceria com o Governo do Distrito Federal e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), além do Consórcio de empresas Golder Associates Brasil e Fahma Planejamento e Engenharia Agrícola Ltda.

O programa definiu uma área de estudo, a qual foi diagnosticada, a fim de se aferirem dados, que serviram de base para a criação de orientações para a melhor conservação, recuperação e utilização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas pertencentes a essa área determinada.

Posteriormente, em 2012, esse relatório passou por uma revisão feita pelo Governo do Distrito Federal em parceria com a ADASA e a empresa de engenharia Ecoplan. Nessa nova versão do programa, melhoramentos dos cálculos foram feitos e novas considerações foram adotadas na modelagem da área estudada. Permitindo, com isso, que uma melhor representação dos sistemas de recursos hídricos fosse criada.

Segundo descrito no Caderno Distrital de Recursos Hídricos (CDRH), a área de estudo apresenta uma área total de 67.288 km<sup>2</sup>, da qual diversas bacias fazem parte, sendo elas: as dos rios Corumbá, Maranhão, Descoberto, Paranã, Urucuiá, Preto, São Marcos e São Bartolomeu, além do Ribeirão Entre Ribeiros e bacia do Lago Paranoá, que drenam para as bacias hidrográficas dos rios Paraná, Tocantins e São Francisco. Pela Figura 4.1 é ilustrada a localização da superfície estudada.

Dessa grande porção do território do Planalto Central (área que constitui o Programa), o DF entra com uma contribuição de superfície igual a 5.789 km<sup>2</sup>. Sendo que das dez bacias constituintes do estudo em questão, sete têm participação direta no território quadrilátero, sendo elas: a do Rio Maranhão, Rio Descoberto, Lago Paranoá, Rio Corumbá, Rio São Bartolomeu, Rio São Marcos e Rio Preto. Valendo lembrar que a bacia do Rio Preto é constituinte da bacia do Rio São Francisco, a do Rio Maranhão é da do Rio Tocantins e as do Rio Descoberto, Lago Paranoá, Rio Corumbá, Rio São Bartolomeu e Rio São Marcos são sub-bacias da bacia do Paraná.

Vale destacar que, dessa região superficial, a bacia cujo território é o de maior proporção dentro da região do DF é a do Paraná, sendo responsável pela drenagem de 3.690 km<sup>2</sup>, os quais são constituídos pelas bacias do Rio Corumbá (Ribeirão Ponte Alta, Alagado e Santa Maria, Rio

Descoberto – Ribeirão Rodeador, das Pedras, Melchior e Engenho das Lajes –, Rio São Bartolomeu – Ribeirão Pipiripau, Mestre D’Armas, Sobradinho, Taboca, da Papuda, Cachoeirinha e Santana – e Rio Paranoá) e do Rio São Marcos (tendo como corpo d’água constituinte o Córrego Samambaia).

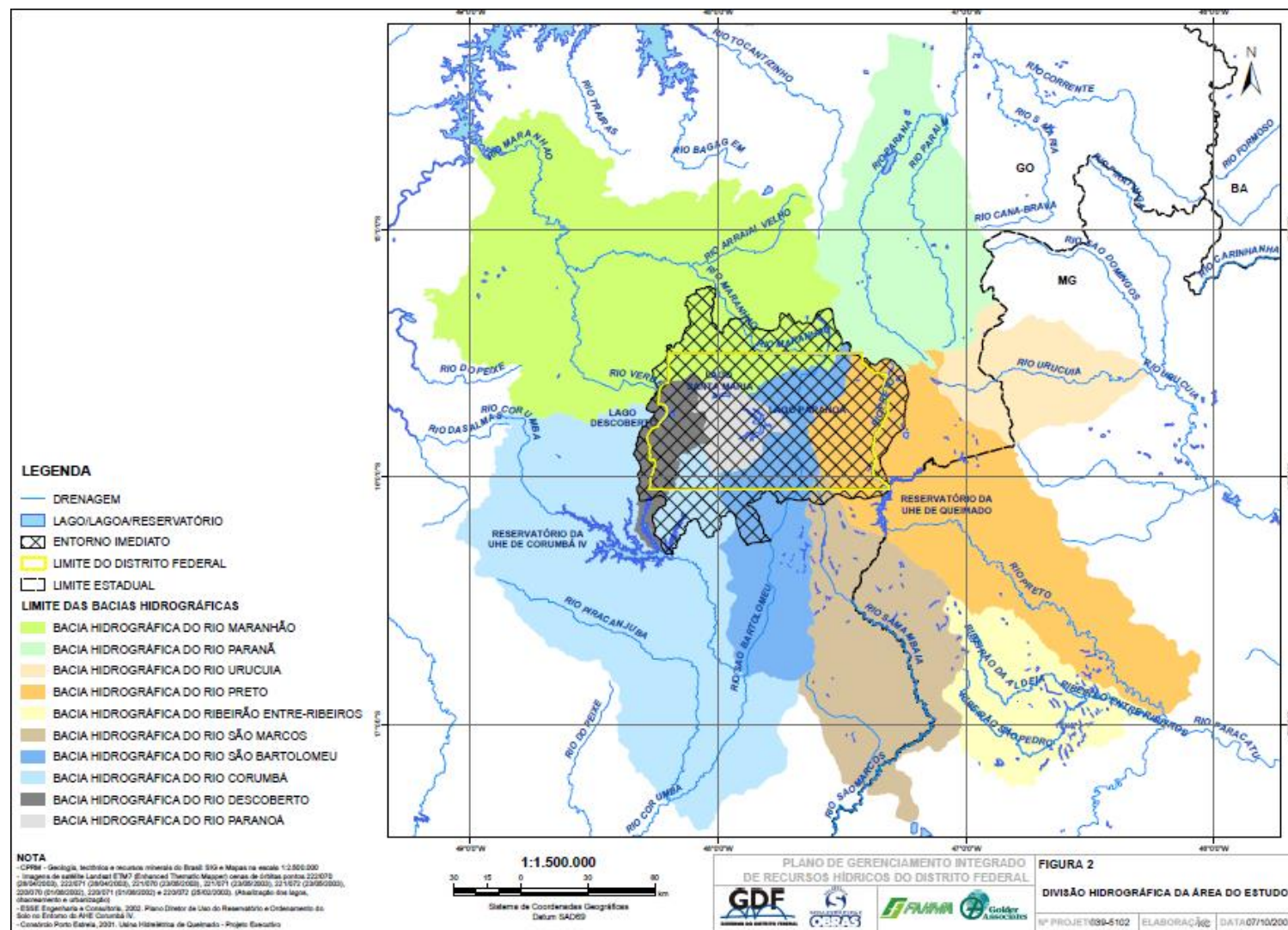


Figura 4.1 – Representação da Área de Estudo do PGI RH. Fonte: Adasa, 2015.

Seguida da bacia do Paraná, a do Rio São Francisco se posiciona como a de segunda maior bacia e superfície de drenagem dentro do território da capital federal. A bacia hidrográfica do rio escoar água por uma área equivalente a 1.343 km<sup>2</sup> dentro do DF, sendo que, como descrito anteriormente, as sub-bacias constituintes dela são: bacia do Rio Preto, do Rio Urucuia e do Ribeirão Entre Ribeiros.

Por fim, a terceira principal bacia constituinte do território do quadrilátero da capital federal é a do rio Tocantins, cuja superfície de drenagem nessa área é de cerca de 767 km<sup>2</sup>. As sub-bacias que integram ela são as do rio Maranhão e rio Paranã.

Dessa maneira as principais bacias pertencentes ao território do DF podem ser vistas na Figura 4.2.



Figura 4.2 – Mapa Hidrográfico do Distrito Federal. Fonte: Adasa, 2015.



É importante destacar que, mesmo que este projeto se concentre basicamente no abastecimento presente dentro do perímetro do Distrito Federal, as redes de fluxo superficial e subterrâneo são interconectadas, sempre dependendo de fenômenos ocorridos em variadas regiões da bacia para determinar o comportamento no ponto requerido. Sendo assim, as informações disponibilizadas pelo PGIRH para as vastas regiões hídricas componentes do estudo são válidas para que se possa delimitar cenários futuros com maior precisão.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO

O abastecimento público de água para a população é garantido por sistemas construídos e operados pela CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal). Segundo Relatório apresentado pela empresa em 2015, para atender à demanda de água da população, 8.850 km de redes de distribuição são utilizados, tendo 634.092 ligações ativas de água, cinco sistemas de captação de água, cobrindo ao todo 470 unidades operacionais em operação, além de adutoras de água bruta e tratada.

Como determinado pela Companhia, os subsistemas de captação de água, os locais de captação e as unidades atendidas são descritas na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1 – Captações do Sistema de Abastecimento de Água.**

SUBSISTEMA	CAPTAÇÕES	LOCALIDADES ATENDIDAS
DESCOBERTO	Rio Descoberto/Currais e Pedras	Taguatinga; Ceilândia; Samambaia; Gama; Sítio do Gama; Núcleo Bandeirante; Park Way; Santa Maria; Recanto das Emas; Riacho Fundo I e II; Candangolândia; Guará I e II; Águas Claras; Vicente Pires. Abastece também as localidades: <b>Novo Gama/GO</b> , e reforço para o sistema Santa Maria/Torto.
	Alagado/Ponte de Terra 2 e 3/Olho d'Água/Crispim 1 e 2	Complementam o abastecimento do Descoberto na RA do Gama.
	Catetinho Baixo 1 e 2	Complementam o abastecimento do Descoberto na RA do Park Way e Núcleo Bandeirante
	Engenho das Lajes e poços	Engenho da Lages e Água Quente.
	Combinado Agro Urbano de Brasília – CAUB I e Palmeiras	Caub/Gama e Condomínio Residencial Palmeiras.
Torto/Santa Maria	Santa Maria/Torto	Brasília; Lago Norte, Lago Sul, Cruzeiro, Sudoeste/Octogonal, Varjão, SIA, SCIA, Paranoá, Itapoã e Jardim Botânico
	Taquari 1 e 2, Cachoeirinha e poços	Paranoá e Itapuã
	Cabeça de Veado 1, 2, 3 e 4 e poços	Lago Sul e Jardim Botânico e adjacências.
Sobradinho/Planaltina	Paranoazinho; Contagem; Corguinho e poços	Sobradinho, Sobradinho II/Fercal e região do Grande Colorado
	Córrego Quinze	Vale do Amanhecer
	Pipiripau; Fumal, Brejinho, Mestre D'Armas e poços	Planaltina, Sobradinho e Arapoanga
Brazlândia	Barrocão (Descoberto Montante), Capão da Onça e poços	Brazlândia e Incra 8
São Sebastião	Poços Profundos	São Sebastião, Complexo Penitenciário da Papuda e Jardins Mangueiral.

Fonte: Relatório Anual da Administração, CAESB, 2014.

Além disso, pode-se caracterizar a capacidade de fornecimento de água por captação superficial no sistema produtor, a partir da análise das disponibilidades hídricas de cada bacia pertencente ao território do DF. Esses dados são retirados do PGIRH (2012) e são apresentados na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2 – Disponibilidades Hídricas no DF.**

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	q <sub>7,10</sub> (L/s/ km <sup>2</sup> )	q <sub>90</sub> (L/s/ km <sup>2</sup> )
Descoberto	1.098	19,37	5,57	8,91
São Bartolomeu	2.963	47,74	4,21	6,94
Paranoá	1.055	19,58	4,63	8,97
Corumbá	842	17,17	4,79	8,55
São Marcos	104	1,64	2,04	4,33
Maranhão	1.926	34,07	3,99	6,19
Preto	1.832	28,01	2,52	5,56
Totais e médias	8.765	148,01	4,01	6,86

Fonte: PGIRH, 2012.

As vazões provindas do Lago Paranoá estão incluídas na bacia do Rio São Bartolomeu, por conta de aquele fazer parte desta. Vale destacar também que, na Tabela 4.2, q<sub>7,10</sub> representa a vazão mínima com sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno por km<sup>2</sup>, q<sub>90</sub> a vazão com noventa por cento de probabilidade de ocorrência por km<sup>2</sup> e Q<sub>MLT</sub> a vazão média de longo termo.

Vale lembrar que o sistema de abastecimento é constituído basicamente por captações superficiais, sendo que ocasionalmente podem-se identificar retiradas de água a partir de sistemas de coleta subterrânea. Entretanto, essa coleta diferenciada representa baixa relevância no sistema de abastecimento em questão, com exceção às coletas presentes em São Sebastião.

Portanto, tomaram-se os devidos cuidados nas considerações da influência dessa captação subterrânea, assim como feito em projetos anteriores que trataram sobre assuntos similares, quando se alocaram os dados pertinentes às simulações realizadas no programa.

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS DEMANDAS POR ÁGUA

Nesse projeto, como o objetivo inicial é a familiarização com o programa de simulações e, a partir disso, a atualização de modelos já apresentados anteriormente para vazões naturais mais precisas, consideraram-se as projeções de demanda apresentadas nos trabalhos de Osorio (2011) e Dantas (2012). Para ambas as considerações, utilizaram-se dados de demandas das

regiões administrativas no ano de 2010, obtidos junto à CAESB. Além disso, demandas hídricas para irrigação foram coletadas do PGIRH (2012).

Pelo que se observa nos dados fornecidos em Osorio (2011), as demandas de abastecimento e irrigação dominam sobre as demais demandas consuntivas (aquelas que retiram uma porção de água do sistema quando a utiliza – diferente da conservativa, cujo volume de água antes e depois do uso não varia). Por conta disso, ao se fazer a simulação, alocaram-se as referidas demandas apenas para essas necessidades.

#### 4.2.1 DEMANDAS POR ABASTECIMENTO

Para que se possa computar quantitativamente as necessidades hídricas de uma região, deve-se determinar o tamanho da população do local e o quanto cada pessoa dessa localidade consome. Além desses dois parâmetros, taxas de perdas ao longo da rede também são consideradas para que se adeque a demanda a essa realidade de consumo. O método para cálculo das demandas por abastecimento adotado pelo Plano de Gerenciamento do Distrito Federal utilizou dados provenientes da CAESB e da SANEAGO, de volume consumido de uma região, os quais já quantificam esses fatores. E, desse plano, foram retirados os valores utilizados e dispostos na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3 – Volumes Consumidos para as Regiões da RIDE DF Analisadas Neste Trabalho.**

Município/Região Administrativa	Volume Consumido (m <sup>3</sup> /ano)
Cidade Ocidental	3.868.231
Formosa	5.901.802
Novo Gama	5.027.288
Planaltina de Goiás	4.068.799
Santo Antônio do Descoberto	2.677.041
Valparaíso de Goiás	7.180.425
RA I – Brasília/RA XI – Cruzeiro	46.949.877
RA II – Gama	10.933.052
RA III – Taguatinga	33.948.363
RA IV – Brazlândia	3.615.743
RA V – Sobradinho	9.709.366
RA VI – Planaltina	11.575.328
RA VII – Paranoá	5.493.828
RA VIII - N. Bandeirante	5.817.103
RA IX – Ceilândia	34.082.866
RA X – Guará	12.379.563
RA XII – Samambaia	13.163.267
RA XIII - Santa Maria	7.143.117
RA XIV - São Sebastião	5.653.996
RA XV - Recanto das Emas	6.652.529



RA XVI - Lago Sul	10.283.158
RA XVII - Riacho Fundo	4.439.326
RA XVIII - Lago Norte	6.846.253
RA XIX – Candangolândia	1.173.657
Total	258.583.978

Fonte: PGIRH, 2012.

#### **4.2.2 DEMANDAS POR IRRIGAÇÃO**

Percebe-se, no Distrito Federal, um intenso uso da água para abastecer sistemas de irrigação de culturas. Segundo dados analisados no Serviço Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2003) e apresentados em Sano *et al.* (2005), do total de consumo de água registrado em 2002 na região, 29,1% compreendeu à porção reservada para o atendimento das demandas por irrigação, o que representa um volume da ordem 70,82 milhões de metros cúbicos. Além disso, como é descrito por Sano *et al.* (2005), “nessa região, o período de maior demanda de água para a irrigação coincide com o de menor disponibilidade hídrica, de maio a setembro, o que amplia os riscos de ocorrência de conflitos pelo uso da água. Assim, o conhecimento sobre a quantidade de água captada para a irrigação, em cada época do ano e local, é essencial para a adequada gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal.”

Devida a essa importância, deu-se igual ênfase ao consumo consultivo dessa atividade, quando na simulação dos cenários, e, para a alimentação de dados no sistema, utilizaram-se as considerações feitas em Osorio (2011). E essas foram atualizadas pelos levantamentos dispostos no Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGIRH, 2012).

#### **4.3 REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO**

Vale citar que, para a elaboração da topologia (esquema de representação da rede de abastecimento a ser simulada) no programa, foi necessária a análise da disposição dos pontos de entrega e da conformação do sistema de abastecimento considerado, em conjunto com a realizada para as regiões de captação de água nos mananciais (apresentadas na Figura 4.2).

A partir da divisão do sistema de abastecimento apresentada na Tabela 4.1 e da representação da rede apresentada pela CAESB, e replicada nesse trabalho por meio da Figura 4.3, foi possível caracterizar com precisão essa rede de fluxos. Vale destacar que nessa representação as demandas de irrigação não foram apresentadas.

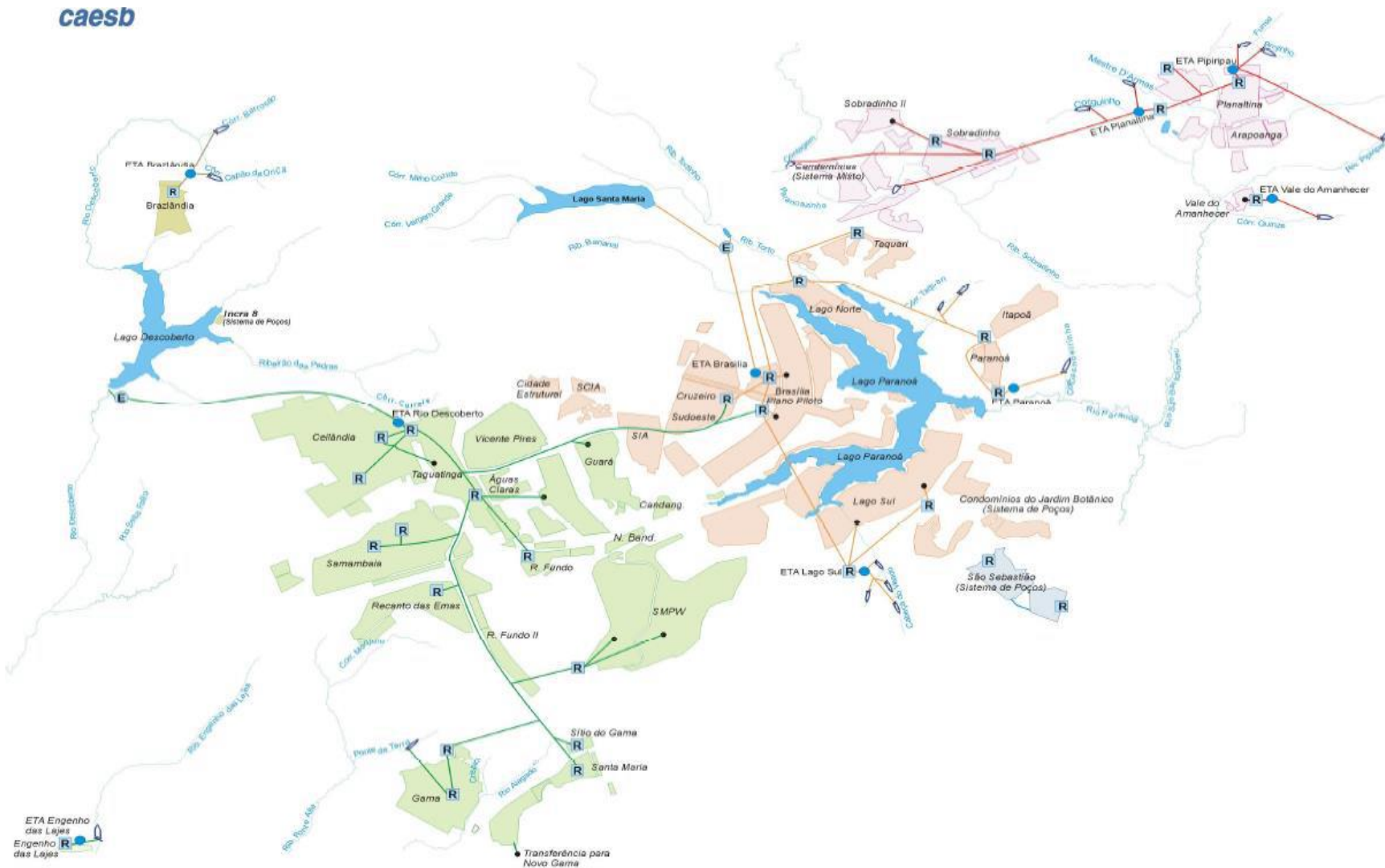


Figura 4.3 – Representação do Sistema de Abastecimento de Águas do DF. Fonte: CAESB, 2009.

## 5. DEFNIÇÃO DO MODELO DE REFERÊNCIA

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para estruturar o modelo-base, que serviu de referência para os estudos realizados neste projeto. As seções que se seguem detalham, primeiramente, a etapa de confirmação pelo modelo apresentado por Osorio (2011). Em seguida, é descrita a nova alimentação por dados vindos de Dantas (2012) e posterior validação por resultados apresentados por Fernandez (2012).

### 5.1 MODELAGEM DO PADRÃO DE SIMULAÇÕES

Quando se objetiva simular um cenário a ser analisado no AcquaNet, o programa exige a montagem de uma estrutura geral do sistema modelado. Essa estruturação é chamada de topologia do sistema. Como inicialmente, nessa fase do projeto, objetivou-se o aprendizado das funcionalidades disponibilizadas pela plataforma de suporte à decisão, recorreu-se às considerações e conformações apresentadas por Osorio (2011), para, com isso, tentar confirmar os resultados obtidos pela autora e seguir a frente, com o modelo calibrado, e ajustá-lo para melhores análises futuras.

Pela topologia apresentada para confirmação, o sistema de abastecimento do DF foi dividido nos seus quatro sistemas produtores de captação superficial (Descoberto, Santa Maria/Torto, Brazlândia, Sobradinho/Planaltina). Vale enfatizar que a consideração da gestão de recursos hídricos no sistema produtor de São Sebastião não se fez presente aqui, pelo fato da captação da região ser feita por meio de poços profundos.

Depois de dividido o abastecimento nos quatro sistemas produtores, os pontos de entrega foram subdivididos em agrupamentos habitacionais nomeados de acordo com a primeira letra do sistema produtor que abastece a região. Tal subdivisão pode ser identificada na Tabela 5.1, Tabela 5.2, Tabela 5.3 e Tabela 5.4.

**Tabela 5.1 – Subdivisões das Demandas do Sistema Descoberto.**

Sistema Produtor	Captação	Demanda	Grupamentos Urbanos
Descoberto	Barragem Descoberto	D 1	Vicente Pires
	Barragem Descoberto	D 2	Taguatinga + Ceilândia
	Barragem Descoberto	D 3	Samambaia

	Barragem Descoberto	D 4	Águas Claras
	Barragem Descoberto	D 5	Núcleo Bandeirante + Park Way (Quadras 1 a 5)
	Barragem Descoberto	D 6	Park Way (Quadras 6 a 14 e 26 a 29)
	Barragem Descoberto	D 7	Riacho Fundo I
	Barragem Descoberto	D 8	Recanto das Emas + Riacho Fundo II
	Barragem Descoberto	D 9	Guará I e II + Lúcio Costa
	Barragem Descoberto	D 10	Candangolândia
	Barragem Descoberto	D 11	Cruzeiro + Sudoeste + SAI + Cidade Est. + SCIA + SMU + SPS
	Barragem Descoberto	D 12	Gama 1
	Rio Alagdo	D 13	Gama 2
	Rio Ponte de Terra	D 14	Gama 3
	Barragem Descoberto	D 15	Santa Maria

Fonte: Osorio, 2011.

**Tabela 5.2 – Subdivisões das Demandas do Sistema Santa Maria/Torto.**

Sistema Produtor	Captação	Demanda	Grupamentos Urbanos
Santa Maria/Torto	Lago Santa Maria	S 1	Lago Norte + Asa Norte + Taquari
	Lago Santa Maria	S 2	Cruzeiro + Sudoeste + SAI + Cidade Est. + SMU + SPS
	Lago Santa Maria	S 3	Plano Piloto (Asa Sul)
	Lago Santa Maria	S 4	Lago Sul (até Quadra 26)
	Lago Santa Maria	S 5	Lago Sul (Quadras 26 a 29) + Jardim Botânico + SMDB
	Lago Santa Maria	S 6	Lago Sul (Quadras 26 a 29) + Jardim Botânico + SMDB
	Rio Cabeça de Veado	S 7	Paranoá + Itapoã
	Rib. Cachoeirinha	S 8	Paranoá + Itapoã

	Rio Taquari	S 9	Paranoá + Itapoã
--	-------------	-----	------------------

Fonte: Osorio, 2011.

**Tabela 5.3 – Subdivisões das Demandas do Sistema Brazlândia.**

Sistema Produtor	Captação	Demanda	Grupamentos Urbanos
Brazlândia	Rios Barroco e Capão da Onça	B 1	Brazlândia

Fonte: Osorio, 2011.

**Tabela 5.4 – Subdivisões das Demandas do Sistema Sobradinho/Planaltina.**

Sistema Produtor	Captação	Demanda	Grupamentos Urbanos
Sobradinho/Planaltina	Rios: Fumal, Brejinho, Pipiripau	P 1	Planatina
	Rios: M. d'Armas, Corguinho	P 2	Planatina
	Rios: Contagem e Paranoazinho	P 3	Sobradinho
	Rios: Fumal, Brejinho, Pipiripau	P 4	Sobradinho
	Rio Corguinho	P 5	Sobradinho
	Rio Quinze	P 6	Vale do Amanhecer

Fonte: Osorio, 2011.

É importante também destacar que, da conformação da distribuição de águas apresentada na Tabela 4.1, e informações colhidas com técnicos da CAESB, Osorio (2011) relacionou cada demanda com os respectivos mananciais pelas ETAs, representadas por nós de passagem na modelagem.

Portanto, para a criação do padrão a ser utilizado para as simulações do cenário atual do sistema de abastecimento e os cenários futuros a serem analisados, utilizou-se como referência a topologia apresentada na Figura 5.1 proposta por Osorio (2011).

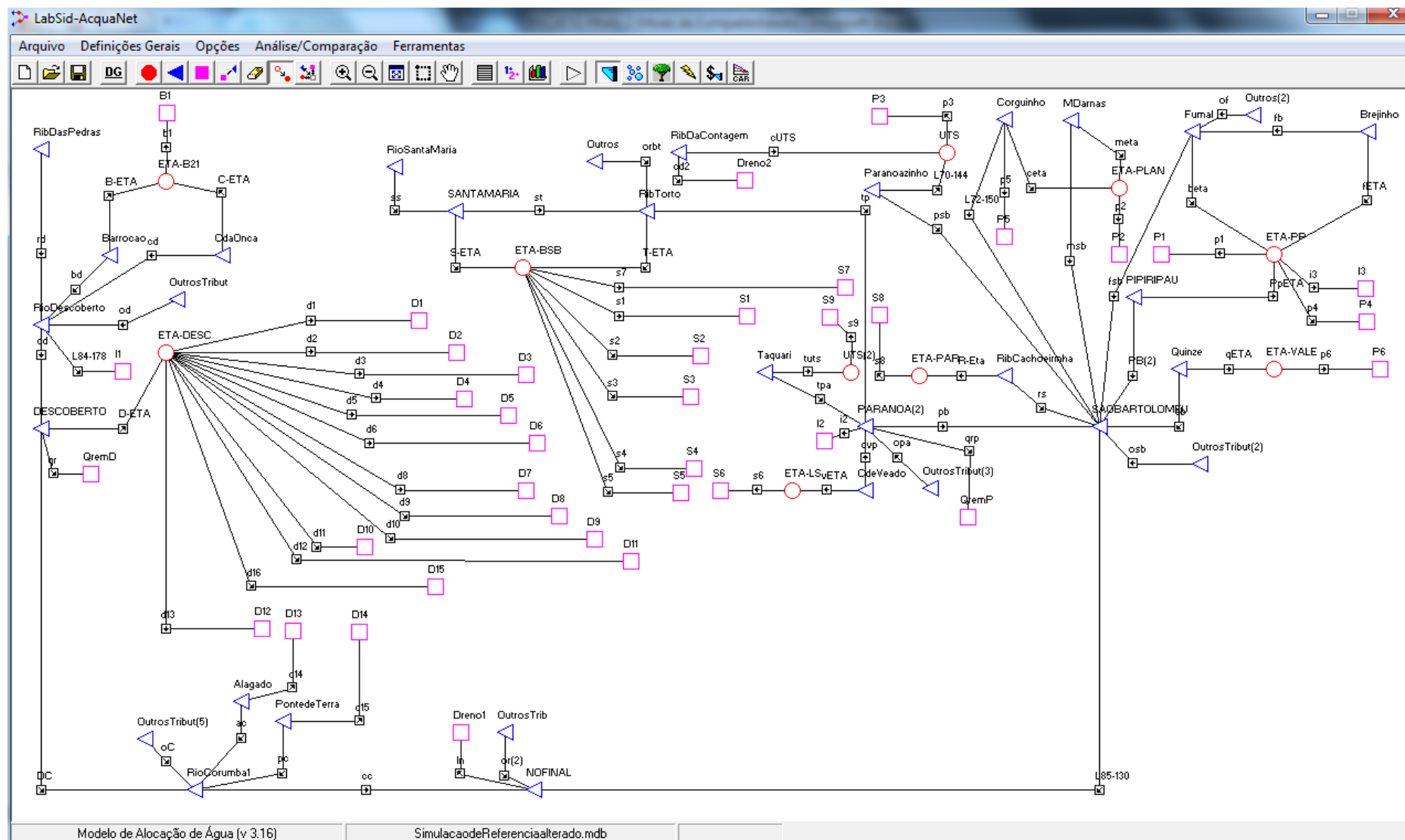


Figura 5.1 – Topologia da Simulação. Fonte: Osorio, 2011.

Como citado anteriormente, essa representação do sistema de abastecimento serviu como base para a inserção de dados fornecidos por Osorio (2011), para, primeiramente, tornar possível a familiarização com o sistema de suporte a decisões e, em seguida, validar os resultados apresentados. Entretanto, como disposto também por Osorio (2011), os dados utilizados para as simulações realizadas foram obtidos de forma aproximada e simples, necessitando que os mesmos fossem reavaliados por estudos mais cuidadosos, a fim de disponibilizar subsídios mais apurados e precisos.

Levando essa limitação em consideração, Dantas (2012) apresentou uma série de resultados de vazões naturais, adquiridos utilizando o método de regionalização de vazões, com o intuito de eles servirem de subsídio para o aprimoramento da simulação da rede do Distrito Federal e Entorno. Segundo a autora, o uso desse método de cálculo de vazões foi escolhido por permitir, a partir de meios estatísticos, a transferência de dados de um local para outro desde que seus comportamentos hidrológicos sejam semelhantes. Essa análise estatística permite, então, a estimativa, com maior precisão, de parâmetros hidrológicos de locais desprovidos de base de dados.

Em seguida a esse aprimoramento proposto por Dantas (2012), Fernandez (2012) utilizou o modelo de Osorio (2011), atualizando-o com vazões mais precisas, e propôs variadas simulações em que se verificou a alteração do atendimento a demandas quando na hipótese de mudanças em regimes hidrológicos dos corpos d'água do DF e Entorno. O projeto foi benéfico por apresentar a variabilidade das falhas na ocorrência de fenômenos anormais ao comportamento usual dos corpos hídricos.

Então, a partir dos subsídios dados pelo trabalho de Dantas (2012) e a base de comparação disponibilizada pela simulação de referência do modelo de Fernandez (2012), foi possível alimentar o programa, substituindo os dados disponibilizados por Osorio (2011), com informações mais precisas em relação ao cenário atual de abastecimento da região analisada. Assim, uma nova simulação foi realizada, nos moldes da realizada por Fernandez (2012), considerando esse cenário mais confiável das vazões naturais, a qual pôde ser analisada e validada pelos dados fornecidos no projeto de Fernandez (2012).

Por fim, após a obtenção dos *outputs* do programa de acordo com a simulação mais coerente com a realidade, obteve-se um arquivo cuja conformação e dados pudessem ser utilizados para referência às variadas simulações a serem realizadas na próxima fase do presente projeto. E, para antecipar as mesmas, a fim de se obter uma noção de como se dará a disposição e

intensidade das demandas dessas simulações, foram analisados mais dois cenários. Para a simulação de ambos, foi incluída uma demanda fictícia disposta na saída do Lago Paranoá, que permitiu a análise da capacidade do corpo hídrico de fornecer vazão para abastecimento humano. Considerando que, na primeira análise, impôs-se uma demanda contínua ao longo do ano e na segunda alimentou-se o nó com uma vazão de demanda variável de acordo com as estações de chuvas e de seca.

Na seção que se segue, serão mais bem explicados os métodos e considerações utilizados para a realização das análises acima citadas, além de apresentados os resultados encontrados para cada uma.

## **5.2 SIMULAÇÃO DE CONFIRMAÇÃO**

Essa etapa foi reservada, como já comentado anteriormente, para, primeiramente, o aprendizado do funcionamento do modo de alocação de águas do aplicativo AcquaNet e, em seguida, verificar e validar os resultados apresentados por Osorio (2011).

Como alimentação do sistema, o programa exige, como descrito na Seção 4.3 do APÊNDICE D – MNUAL DE USO DO ACQUANET, o fornecimento de informações como vazões naturais dos nós, vazões demandadas, prioridades de fornecimento e características físicas dos reservatórios. Sendo que, dependendo do tipo de nó que se deseja caracterizar, diferentes tipos de informações devem ser considerados na alimentação. Então, por exemplo, quando se deseja alimentar um nó de demanda consuntiva, deve-se fornecer informações de vazão mensal de demanda e prioridade de atendimento; já quando se trata de um reservatório, é necessário o fornecimento de dados de características físicas (volumes máximo, mínimo e inicial, curva cota x volume e prioridade de atendimento). Na Tabela 5.5 pode-se analisar a natureza das informações a serem alimentadas para cada nó do modelo adotado.



**Tabela 5.5 – Natureza de Dados a Serem Alimentados em cada Nó.**

Nó	Tipo	Volume Inicial	Volume Mínimo	Cota x Área x Volume	Volume Meta	Prioridade Volume Meta	Série de Vazões Naturais	Taxa de Evaporação	Demanda	Prioridade
Ribeirão das Pedras	Rio						X			
Barroão	Rio						X			
Capão da Onça	Rio						X			
B1	Demanda								X	X
Rio Descoberto	Rio									
Descoberto	Reservatório	X	X	X	X	X		X		
D1-D16	Demanda								X	X
Alagado	Rio						X			
Ponte de Terra	Rio						X			
Rio Corumbá	Rio									
Santa Maria	Rio						X			
Lago Santa Maria	Rio						X			
Rib. do Torto	Rio									
S1-S8	Demanda								X	X
Taquari	Rio						X			
Bananal	Rio						X			
Paranoá	Reservatório	X	X	X	X	X		X		
Cabeça de Veado	Rio						X			
Rib. Cachoeirinha	Rio						X			
Paranoazinho	Rio						X			
Rib. da Contagem	Rio						X			
Corguinho	Rio						X			
Mestre D'Armas	Rio						X			
Fumal	Rio						X			
Brejinho	Rio						X			
Pipiripau	Rio						X			
São Bartolomeu	Reservatório									
Quinze	Rio						X			
P1-P4	Demanda								X	X
I1-I3	Demanda								X	X
Outros Tributários	Rio						X			
Vazões Remanescentes	Demanda								X	X
Drenos	Demanda								X	

Fonte: Osorio, 2011.

Na Tabela 5.5 destaca-se que os nós que representam o Rio Descoberto e Ribeirão do Torto não apresentaram alimentação de dados, uma vez que representam pontos de meio de rede e o programa, nos seus cálculos iterativos, já faz o equilíbrio de vazões para esses pontos, sendo necessário alocar informações apenas nos pontos de início e fim de rede. Além disso, os nós que caracterizam o Rio Corumbá e o Reservatório São Bartolomeu não tiveram suas informações dispostas na alimentação, pois eles representam futuros pontos de captação com valores de vazões e características físicas ainda a serem definidos, portanto seus pontos foram considerados apenas como nós de passagem, sem nenhuma adição de vazões ao sistema.

Por fim, comenta-se que foram consideradas todas as manipulações de dados e considerações disponibilizadas em Osorio (2011) e obteve-se como resultado a tabela apresentada no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. Através da análise da tabela, destacam-se os principais resultados, apresentados na Tabela 5.6 e na Tabela 5.7, para que seja possível a comparação dos resultados com o modelo que serviu de base para esse projeto.

**Tabela 5.6 – Comparativo com o Modelo de Osorio (2011) de Resultados de Demanda.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – Osorio (2011)	Frequência abaixo da demanda (%) – Osorio (2011)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) – Osorio (2011)	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s) – Osorio (2011)
B1	0,000	0,000	0,000	0,103	0,000	0,000	0,000	0,101
D1	0,000	0,000	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	0,122
D10	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,038
D11	0,000	0,000	0,000	0,293	0,000	0,000	0,000	0,294
D12	0,000	0,000	0,000	0,346	0,000	0,000	0,000	0,346
D13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D14	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,002
D15	0,000	0,000	0,000	0,285	0,000	0,000	0,000	0,285
D2	0,000	0,000	0,000	1,758	0,000	0,000	0,000	1,758
D3	0,000	0,000	0,000	0,458	0,000	0,000	0,000	0,458
D4	0,000	0,000	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,170
D5	0,000	0,000	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,168
D6	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,037
D7	0,000	0,000	0,000	0,084	0,000	0,000	0,000	0,082
D8	0,000	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000	0,000	0,274
D9	0,000	0,000	0,000	0,188	0,000	0,000	0,000	0,187
I1	0,000	0,000	0,000	0,521	0,000	0,000	0,000	0,520
I2	0,000	0,000	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000	0,231
I3	7,000	46,795	1807,086	1,021	7,000	45,19	1746,779	0,974
P1	0,000	0,000	0,000	0,252	0,000	0,000	0,000	0,252
P2	0,000	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,061
P3	12,000	44,551	9,750	0,090	11,000	39,74	9,724	0,089

P4	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000	0,000	0,045
P5	7,000	11,218	0,765	0,057	5,000	6,09	0,683	0,057
P6	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,021
Qrem D	0,000	0,000	0,000	0,486	0,000	0,000	0,000	0,490
Qrem P	0,000	0,000	0,000	1,014	0,000	0,000	0,000	1,016
S1	0,000	0,000	0,000	0,648	0,000	0,000	0,000	0,648
S2	0,000	0,000	0,000	0,237	0,000	0,000	0,000	0,237
S3	0,000	0,000	0,000	0,501	0,000	0,000	0,000	0,502
S4	0,000	0,000	0,000	0,251	0,000	0,000	0,000	0,251
S5	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,022
S6	2,000	6,090	1,217	0,086	2,000	5,77	1,156	0,085
S7	0,000	0,000	0,000	0,117	0,000	0,000	0,000	0,118
S8	2,000	0,962	0,071	0,032	2,000	0,96	0,079	0,03
S9	1,000	0,321	0,003	0,017	0,000	0,321	0,003	0,017

**Tabela 5.7 – Comparativo com o Modelo de Osorio (2011) de Resultados de Reservatório.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – Osorio (2011)	Frequência abaixo do volume meta (%) – Osorio (2011)
DESCOBERTO	7	20,83	7	20,51
SANTA MARIA	8	15,38	8	15,38

Vale lembrar que as demandas aqui consideradas foram aquelas descritas pela Tabela 5.1, Tabela 5.2, Tabela 5.3 e Tabela 5.4.

Observados os comparativos, percebe-se a consistência da representação preliminar feita, uma vez que tanto os reservatórios quanto as demandas apresentaram, no geral, comportamentos operacionais condizentes aos apresentados por Osorio (2011).

Entretanto, é cabível discutir aqui que, perceptivelmente, há uma leve diferença de valores quando se compara individualmente alguns *outputs* de falhas para certas demandas, mais especificamente os apresentados pela demanda I3 (irrigação captada do Pípiripau), P3, P5, S6 e S9, cujos valores tiveram um leve acréscimo em relação ao modelo de comparação. Após uma verificação minuciosa e conferência de ambas as simulações e correção de possíveis erros que possam ter havido quando na alimentação de dados, as diferenças persistiram.

A conclusão que se chegou, portanto, foi que a diferença ocorreu em função da natureza distinta dos dois aplicativos utilizados. Apesar de se estar manipulando a mesma topologia que Osorio

(2011), o presente projeto se apoiou na versão mais recente do AcquaNet que possui aprimoramentos no algoritmo. Isso pode ser percebido por análise de uma solução apresentada na simulação vinda da versão anterior, quando o programa gerou como vazão média fornecida ao nó de demanda de vazão remanescente do Lago Paranoá um valor de  $1,016 \text{ m}^3/\text{s}$ , sendo que por definição ele demanda uma vazão contínua durante o ano de apenas  $1,014 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Vale destacar, por último, que por uma questão de aplicabilidade alterou-se a demanda exigida para os drenos, antes estabelecida com o valor de  $100.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , para o valor de  $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , uma vez que esse último valor se mostrou alto o suficiente para permitir o aporte de todo o fluxo que passa no sistema e representa um valor mais visualmente agradável, não exigindo ajustes de dimensões de células quando os resultados são exportados para planilhas externas.

### **5.3 SIMULAÇÃO DE REFERÊNCIA COM VAZÕES MAIS PRECISAS**

Como já citado nesse relatório, após a validação da modelagem base no aplicativo, partiu-se para a adequação da mesma a um cenário mais preciso de representação das disponibilidades hídricas presentes nos corpos hídricos do Distrito Federal e Entorno. Nesse capítulo, apresentar-se-á as considerações tomadas para essa nova conformação e os ajustes que foram necessários para que houvesse possibilidade de simular a situação desejada.

Primeiramente, para a modelagem da situação mais realista, prosseguiu-se, a partir do modelo-base validado, para uma alimentação dos nós nos quais há captação de água e distribuição da mesma para os demais nós do modelo com informações de vazão natural disponibilizadas por Dantas (2012). A análise feita nesse projeto de referência se concentrou unicamente em descrever uma realidade mais precisa dos padrões de disponibilidade hídrica fornecidos pelos pontos de interesse da área de estudo considerada. Com isso, a confiabilidade dos dados é bem maior, o que deu base, portanto, à criação de uma simulação mais fiel ao real comportamento do sistema de abastecimento estudado.

Entretanto, quando na alocação dos subsídios disponibilizados nos respectivos nós de referência, verificou-se a ausência do fornecimento de informações relativas à captação proveniente do Rio Santa Maria e, como o reservatório dele é um dos principais fornecedores de água para as regiões centrais de Brasília e o rio é afluente do Lago Paranoá, isso afetaria a maior parte da distribuição de águas na região.

Visto isso, um segundo passo tomado nessa etapa destinou-se a estimar as vazões vindas desse ponto de interesse. Utilizando um método similar ao descrito em Osorio (2011), essa estimativa

foi conseguida pela subtração das vazões naturais disponibilizadas para o Ribeirão do Torto em Dantas (2012) pelos valores da série de vazões dispostas em Osorio (2011) para os tributários desse ribeirão, considerando que as vazões provindas desse tributário não variam do cenário considerado por Osorio (2011) para esse agora simulado. Com isso, encontrou-se uma série de vazões que foi adotada como subsidiária para a caracterização do fornecimento de dados ao nó referente ao Rio Santa Maria. Essa série aproximada está apresentada no APÊNDICE A – VAZÕES ESTIMADAS.

Além dessa aproximação, como o Rio Santa Maria é afluente do Rio Paranoá, fez-se necessária a estimativa do montante de água que chega ao Lago Paranoá através de seus tributários, além dos já caracterizados (Taquari, Ribeirão do Torto e Cabeça de Veado). Para tanto, realizou-se também uma aproximação por diferença simples entre as vazões dispostas por Dantas (2012) para os tributários já considerados em relação à série de vazões dispostas em Osorio (2011), retirada do SEINFRA (2005), para o Rio Paranoá. A partir dessa manipulação, foi possível obter como solução as vazões necessárias para os outros tributários não contabilizados do Lago Paranoá. Tais resultados estão dispostos na tabela respectiva a esse nó no APÊNDICE A – VAZÕES ESTIMADAS.

Por fim, definidas tais considerações e manipulações, adquiriu-se como resultado uma análise consideravelmente mais precisa para uso em futuras simulações na segunda parte desse projeto. Vale destacar que, na segunda fase dele, objetiva-se obter dados mais confiáveis para a captação no rio Santa Maria para dar melhor suporte ao modelo. Entretanto, por hora, verificou-se que os resultados obtidos foram satisfatórios, demonstrando um comportamento da rede similar ao disposto no cenário de confirmação, observando falhas presentes nos mesmos nós do sistema e uma situação de fornecimento também compatível (com os reservatórios apresentando tempos de esvaziamento iguais a esse cenário anterior). É importante ressaltar ainda, que os resultados desse cenário, definido como referência, foram comparados com os apresentados por Fernandez (2012), resultando na Tabela 5.8.

**Tabela 5.8 – Comparativo com o Modelo de Fernandez (2012) de Resultados de Demanda.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – Fernandez (2012)	Frequência abaixo da demanda (%) – Fernandez (2012)	Volume acumulado dos déficits (Mm³) – Fernandez (2012)	Vazão média fornecida (m³/s) – Fernandez (2012)
B1	1,000	1,282	0,205	0,103	1,000	0,96	0,184	0,101
D1	0,000	0,000	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	1,597
D10	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,038
D11	0,000	0,000	0,000	0,293	0,000	0,000	0,000	0,294
D12	0,000	0,000	0,000	0,346	0,000	0,000	0,000	0,346
D13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D14	1,000	0,321	0,037	0,003	1,000	0,32	0,053	0,002
D15	0,000	0,000	0,000	0,285	0,000	0,000	0,000	0,285
D2	0,000	0,000	0,000	1,758	0,000	0,000	0,000	1,758
D3	0,000	0,000	0,000	0,458	0,000	0,000	0,000	0,458
D4	0,000	0,000	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,170
D5	0,000	0,000	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,168
D6	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,037
D7	0,000	0,000	0,000	0,084	0,000	0,000	0,000	0,082
D8	0,000	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000	0,000	0,274
D9	0,000	0,000	0,000	0,188	0,000	0,000	0,000	0,187
Dreno1	312,000	100,00	8177927,5	26,140	144	91,03	727724,4	24,694
Dreno2	312,000	100,000	8199338,5	0,037	312,000	100,000	819873,3	0,077
I1	0,000	0,000	0,000	0,521	0,000	0,000	0,000	0,52
I2	0,000	0,000	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000	0,231
I3	6,000	38,141	1462,49	1,442	7,000	38,46	1468,027	1,314
P1	0,000	0,000	0,000	0,252	0,000	0,000	0,000	0,252
P2	0,000	0,000	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,061
P3	8,000	25,321	4,465	0,097	6,000	9,29	1,445	0,099
P4	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000	0,000	0,000	0,045
P5	0,000	0,000	0,000	0,058	0,000	0,000	0,000	0,058
P6	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,021
QremD	0,000	0,000	0,000	0,486	0,000	0,000	0,000	0,49
QremP	0,000	0,000	0,000	1,014	0,000	0,000	0,000	1,016
S1	0,000	0,000	0,000	0,648	0,000	0,000	0,000	0,648
S2	0,000	0,000	0,000	0,237	0,000	0,000	0,000	0,237
S3	0,000	0,000	0,000	0,501	0,000	0,000	0,000	0,502
S4	0,000	0,000	0,000	0,251	0,000	0,000	0,000	0,251
S5	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,022
S6	1,000	0,321	0,092	0,087	1,000	0,32	0,079	0,087
S7	0,000	0,000	0,000	0,117	0,000	0,000	0,000	0,118
S8	0,000	0,000	0,000	0,032	2,000	0,96	0,079	0,03
S9	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,017

Percebe-se, pela análise comparativa, que o modelo de referência para as novas vazões pode ser validado pelo comportamento consistente com a realidade apresentada por Fernandez

(2012). Entretanto, algumas diferenças em demandas individuais se fizeram presentes. Isso pode ter ocorrido por algumas incorreções identificadas no cenário base apresentado no programa de Osorio (2011), como a baixa demanda adotada para o primeiro dreno (resultando numa falha menor que o total de meses do ano) e uma alteração na prioridade de uma demanda (mais especificamente a S9), que repetidos na modelagem de Fernandez (2012) podem ter propagado erros nas soluções; além da diferença de versões adotadas para a análise.

Outro destaque a ser feito dessa comparação é o da diferença considerável entre as vazões médias fornecidas para o D1 em cada simulação. Vale mencionar aqui que como as demandas não foram alteradas do cenário base – baseado no modelo de Osorio (2011) – para o de referência, o *output* apresentado pelo modelo de Fernandez (2012) não se justifica, confirmando mais uma vez a veracidade da simulação apresentada por esse projeto.

## **6. ADAPTAÇÃO DO CENÁRIO DE REFERÊNCIA**

Como o objetivo da rede de fluxos criada por este projeto é de servir como subsídio para melhor gestão dos recursos hídricos dentro da região do DF e de seu entorno, algumas alterações no modelo foram necessárias. Essas alterações consistiram na adaptação do cenário de referência anteriormente validado para permitir seu uso mais abrangente no cenário amplo a ser estudado.

Como descrito em Osorio (2011), a rede de fluxo aqui apresentada não considerou, em sua conformação, a vazão de esgoto despejada pelos nós de demanda nos mananciais analisados. Além disso, como o foco da análise feita em trabalhos anteriores foi a representação do sistema de recursos hídricos apenas do DF, a alimentação de dados do Rio Corumbá e do Reservatório da UHE Corumbá IV não foi realizada. Outra mudança que se percebeu necessária foi a inclusão da demanda referente à cidade de Novo Gama, que já se beneficia do abastecimento da Região Administrativa de Santa Maria. Por fim, alternou-se também o quantitativo retirado dos mananciais por meio das atividades de irrigação e pelas vazões remanescentes para manter o uso múltiplo das águas desses corpos hídricos, atualizando as informações com os dados disponibilizados pelo PGIRH (2012).

Por conta disso, essa fase do estudo destinou-se a apresentar considerações para a inclusão dessas informações na rede modelada. Isso, pois, primeiramente, a consideração do retorno de esgoto no sistema representa uma compensação do quantitativo de água retirado do manancial (ou seja, com a inclusão dessas águas residuárias, dita-se que os nós do sistema não consomem a totalidade da água por eles demandada). Um segundo ponto seria que a Represa de Corumbá IV é vista como a principal alternativa de aporte ao abastecimento da região da RIDE DF. Portanto, sua consideração no modelo é primordial para verificar o comportamento desse recurso quando exigido. Por último, como a rede da CAESB já sofreu alterações em sua conformação, essas devem ser levadas em conta para tornar o modelo mais verossímil.

### **6.1 INCLUSÃO DAS VAZÕES DE ESGOTO NO MODELO**

A princípio, as mudanças no modelo começaram pela consideração do quantitativo de esgoto liberado pelas demandas. Para subsidiar esse estudo, foram estudadas as considerações tomadas pelo PGIRH (2012) para o quantitativo de esgoto relativo a cada região e a localidade para qual foi destinado esse produto sanitário.

De acordo com esse relatório, a Norma Brasileira 9649/1986, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as vazões de retorno, na ausência de dados experimentais, podem



ser calculadas considerando o coeficiente de 0,8 em relação à demanda exigida pela região para abastecimento urbano, como descrito na equação que se segue:

$$Q_{\text{retorno}} = 0,8 \times Q_{\text{abastecimento}} \quad \text{Eq. 6.1}$$

Mas como o programa exige, além do quantitativo, o nó para onde esse retorno será destinado, utilizou-se do quadro disponibilizado pelo PGIRH (2012) construído a partir do sistema de esgotamento sanitário da CAESB e repetido abaixo pela Tabela 6.1.

**Tabela 6.1 – Descrição do Atendimento das ETE's e das Unidades Hidrográficas onde deságuam.**

ETE	RA atendida	Unidades Hidrográfica
Alagado	RA XIII – Santa Maria	Rio Alagado
	RA II – Gama	
Brasília Norte	RA XVIII – Lago Norte	Lago Paranoá
	RA I – Brasília	
	RA X – Guará	
Brasília Sul	RA X – Guará	Lago Paranoá
	RA XI – Cruzeiro	
	RA VIII – N. Bandeirante	
	RA XIX – Candangolândia	
	RA XIII – Lago Sul	
	RA I – Brasília	
	RA XVIII – Riacho Fundo	
	RA III – Taguatinga	
Brazlândia	RA IV – Brazlândia	Rio Descoberto
Gama	RA II – Gama	Ribeirão Ponte Alta
Melchior	RA III – Taguatinga	Rio Melchior
	RA XII – Samambaia	
	RA IX – Ceilândia	
Paranoá	RA VII – Paranoá	Lago Paranoá
	RA V - Sobradinho	
Planaltina	RA VI – Planaltina	Alto Rio São Bartolomeu
Recanto das Emas	RA XV – Recanto das Emas	Ribeirão Ponte Alta

ETE	RA atendida	Unidades Hidrográfica
Riacho Fundo	RA XVIII – Riacho Fundo	Riacho Fundo
	RA III – Taguatinga	
	RA XII – Samambaia	
Samambaia	RA XII – Samambaia	Rio Melchior
Santa Maria	RA XIII – Santa Maria	Rio Santa Maria
São Sebastião	RA XIV – São Sebastião	Ribeirão Papuda
Sobradinho	RA V – Sobradinho	Ribeirão Sobradinho
Vale do Amanhecer	RA VI – Planaltina	Médio Rio São Bartolomeu

Fonte: PGIRH, 2012.

Vale ressaltar que muitos mananciais não foram considerados isoladamente na representação aqui descrita, já sendo considerada sua vazão no corpo hídrico em que desaguam. É o caso do Rio Melchior – o qual desagua no Rio Descoberto –, do Ribeirão Ponte Alta – que tem o Rio Alagado como exutório –, do Riacho Fundo – que desemboca no Lago Paranoá –, do Ribeirão Papuda –pertencente à bacia do Rio São Bartolomeu – e do Ribeirão Sobradinho – que desagua no Rio São Bartolomeu.

Além disso, o estudo também disponibilizou o percentual de atendimento das estações de tratamento de esgoto para cada Região Administrativa do DF. A partir das informações recolhidas, foi possível a construção da Tabela 6.2, da Tabela 6.3, da Tabela 6.4 e da Tabela 6.5, que demonstram a alimentação feita para o lançamento de esgoto em cada nó de demanda. Lembrando que os valores que constituem as referidas tabelas resultaram da multiplicação do fator 0,8 pelos percentuais disponibilizados pelo PGIRH (2012).

**Tabela 6.2 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Descoberto.**

Demanda	Corpo hídrico de destino	Percentual de vazão destinada (%)
D 1	Lago Paranoá	4,00
	Rio Descoberto	76,0
D 2	Lago Paranoá	4,00
	Rio Descoberto	76,0
D 3	Lago Paranoá	2,00
	Rio Descoberto	78,0
D 4	Lago Paranoá	80,0
D 5	Lago Paranoá	80,0
D 6	Lago Paranoá	80,0
D 7	Lago Paranoá	80,0

D 8	Alagado	80,0
D 9	Lago Paranoá	80,0
D 10	Lago Paranoá	80,0
D 11	Lago Paranoá	80,0
D 12	Alagado	80,0
D 13	Alagado	80,0
D 14	Alagado	80,0
D 15	Alagado	22,0
	Rio Santa Maria	58,0

**Tabela 6.3 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Santa Maria/Torto.**

Demanda	Corpo hídrico de destino	Percentual de vazão destinada (%)
S 1	Lago Paranoá	80,0
S 2	Lago Paranoá	80,0
S 3	Lago Paranoá	80,0
S 4	Lago Paranoá	80,0
S 5	Lago Paranoá	80,0
S 6	Lago Paranoá	80,0
S 7	Lago Paranoá	80,0
S 8	Lago Paranoá	80,0
S 9	Lago Paranoá	80,0

**Tabela 6.4 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Brazlândia.**

Demanda	Corpo hídrico de destino	Percentual de vazão destinada (%)
B 1	Rio Descoberto	80,0

**Tabela 6.5 – Descrição do Destino e Quantitativo de Esgoto para as Demandas do Sistema Sobradinho/Planaltina.**

<b>Demanda</b>	<b>Corpo hídrico de destino</b>	<b>Percentual de vazão destinada (%)</b>
P 1	Mestre D'Armas	80,0
P 2	Mestre D'Armas	80,0
P 3	Lago Paranoá	11,0
	São Bartolomeu	69,0
P 4	Lago Paranoá	11,0
	São Bartolomeu	69,0
P 5	Lago Paranoá	11,0
	São Bartolomeu	69,0
P 6	Mestre D'Armas	80,0

## **6.2 ALIMENTAÇÃO DO MODELO COM DADOS DA BACIA DO CORUMBÁ**

Com relação aos dados referentes à Bacia do Rio Corumbá, foram de interesse desse estudo as propriedades físicas da represa da Usina de Corumbá IV, que é cotada para servir de alternativa para o abastecimento da RIDE DF. Ademais, a análise também visou obter as vazões naturais de alimentação desse reservatório.

### **6.2.1 REPRESA DE UHE CORUMBÁ IV**

Para a representação da represa, foram necessários os dados dos Volumes Máximo, Mínimo e Inicial (volume ao começo da simulação); da curva Cota x Área x Volume; do Volume Meta; da Prioridade desse Volume Meta; da Taxa de evaporação; e da Vazão Remanescente.

#### **6.2.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Pelo relatório de CORUMBÁ CONCESSÕES (2011), foi possível obter os dados de Volume a serem alimentados na representação. Segundo o estudo, o volume total do reservatório corresponde a  $3,7 \times 10^9 \text{ m}^3$ , dos quais  $0,8 \times 10^9 \text{ m}^3$  correspondem ao volume útil da unidade hidrológica. Por esses dados, a entrada de dados na seção de volumes do reservatório se deu como descrito na Tabela 6.6.

**Tabela 6.6 – Descrição dos Volumes Característicos para o Reservatório de UHE Corumbá IV.**

Volume Máximo (Mm <sup>3</sup> )	Volume Mínimo (Mm <sup>3</sup> )	Volume Inicial (Mm <sup>3</sup> )
3700,0	2900,0	2900,0

Fonte: Corumbá Concessões, 2011.

Cabe mencionar que o Volume Mínimo representou a diferença entre a capacidade máxima comportada pelo corpo hídrico e o volume útil dela.

A curva Cota x Área x Volume determina a relação entre a área inundada e o volume armazenado com determinadas cotas de um reservatório. Segundo Collischonn (2008), as relações em questão para esse reservatório são descritas pela Tabela 6.7.

**Tabela 6.7 – Relação Cota x Área x Volume da Represa de Corumbá IV.**

Cota (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Volume (Mm <sup>3</sup> )
772,000	0,0000	0,00000
775,000	0,9400	0,94000
780,000	2,3900	8,97000
785,000	4,7100	26,4000
790,000	8,1500	58,1600
795,000	12,840	110,190
800,000	19,880	191,300
805,000	29,700	314,390
810,000	43,580	496,500
815,000	58,010	749,620
820,000	74,230	1079,39
825,000	92,290	1494,88
830,000	113,89	2009,38
835,000	139,59	2642,00
840,000	164,59	3401,09
845,000	191,44	4289,81

Fonte: Collischonn, 2008.

#### **6.2.1.2 PRIORIDADE E VOLUME META**

Volume Meta é uma grandeza criada pelo programa para estipular o valor mínimo aceitável de operação do reservatório. Como os múltiplos usos da represa já serão considerados na vazão remanescente, que será explicada em uma seção seguinte, considerou-se que o volume meta será o mínimo possível do reservatório. Esse volume é caracterizado quando o reservatório está a 79% de sua capacidade. A par disso, a prioridade estipulada para esse volume foi semelhante à determinada para os demais reservatórios representados do modelo. Os dados alimentados, portanto, são descritos na Tabela 6.8.

**Tabela 6.8 – Informações de Prioridade e Volume Meta para o Reservatório de Corumbá IV**

Prioridade do Volume Meta	Volume Meta
20	0,79

### 6.2.1.3 EVAPORAÇÃO

Por fim, o último dado a ser fornecido para a caracterização da represa é o da Taxa de Evaporação. Essa determinação é importante, porquanto dita a quantidade de água do corpo hídrico que é liberada para a atmosfera pelo processo de evaporação. Considerou-se nesse passo, uma característica de evaporação igual à descrita por Osorio (2011). Apresentando os valores descritos pela Tabela 6.9.

**Tabela 6.9 – Descrição da Taxa de Evaporação ao Longo do Ano no Reservatório de Corumbá IV.**

Taxa de evaporação (mm/mês)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0,0	0,0	0,0	0,0	69,2	119,1	149,5	87,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Osorio, 2011.

### 6.2.1.4 VAZÃO REMANESCENTE DA REPRESA

A vazão remanescente de um reservatório é inserida no sistema com o objetivo que contabilizar os usos múltiplos da água, tanto para as atividades de montante da barragem como às de jusante (como navegação, vazões mínimas para incentivar a depuração do rio). Outra característica contabilizada por essa propriedade é a vazão ecológica, necessária para qualquer rio a fim de manter condições mínimas de vida aquática.

Segundo método adotado pelo SEINDRA (2005) e replicado no modelo de Osorio (2011), as vazões remanescentes são adquiridas em função de uma propriedade física da unidade hidrológica, a vazão mínima com sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno ( $Q_{7,10}$ ). Conforme essas fontes, a equação que define essa definição é apresentada como se segue:

$$Q_{rem} = 0,20 \times Q_{7,10}. \quad \text{Eq. 6.2}$$

Pelos dados disponibilizados no Volume I – Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas do PGIRH (2012), as vazões  $Q_{7,10}$  sofreram atualizações em relação às determinadas pelo SEINFRA (2005). Por conta disso, além de consultar o valor dessa característica hídrica para a represa de Corumbá IV, aproveitou-se para atualizar as outras vazões remanescentes presentes na rede de fluxo (tanto do Descoberto quanto o Lago Paranoá). Esses valores descritos são apresentados na Tabela 6.10.

**Tabela 6.10 – Descrição das Vazões Remanescentes em Função das Vazões  $Q_{7,10}$ .**

Reservatório	$Q_{7,10}$ (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{\text{remanescente}}$ (m <sup>3</sup> /s)
Descoberto	2,355	0,471
Paranoá	4,690	0,940
Corumbá IV	28,21	5,842

Fonte: PGIRH, 2012.

Cabe comentar que esses valores foram inseridos, na rede de fluxos, em nós de demanda que retiram água diretamente dos reservatórios com vazão exigida constante ao longo de todo o ano.

## 6.2.2 RIO CORUMBÁ

O estudo visou a analisar, nesse ponto, as características de vazões de alimentação do reservatório de Corumbá IV, além das exigências de vazões de irrigação presentes na bacia do Rio Corumbá, responsáveis por captar água com destino distinto do abastecimento humano.

### 6.2.2.1 VAZÕES AFLUENTES DE CORUMBÁ IV

Para alimentar a rede com dados de vazões afluentes à unidade hidrológica, utilizou-se dos dados disponibilizados por Dantas (2012). Nessa referência, definiu-se a respectiva série histórica para o referido reservatório. A Tabela 6.11 apresenta os dados retirados para essa determinação.

**Tabela 6.11 – Descrição da Série de Vazões Naturais para as Vazões Afluentes de Corumbá IV**

Série de Vazões Naturais - Corumbá IV (m <sup>3</sup> /s)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1979	375	252	262	207	129	99	78	61	57	67	97	123
1980	331	502	265	226	147	111	91	72	64	61	105	181
1981	221	145	180	208	121	94	76	60	45	97	237	214
1982	411	286	382	282	181	136	104	88	80	104	110	174
1983	333	520	410	275	176	134	107	90	85	98	162	252
1984	213	169	161	172	108	78	59	50	52	53	55	94
1985	320	242	246	194	108	82	67	53	43	64	97	150
1986	241	202	132	80	77	54	46	44	35	37	39	60
1987	127	120	154	154	135	74	48	39	35	42	131	264
1988	171	178	322	227	158	107	78	59	42	77	108	176
1989	154	191	195	114	83	67	54	51	53	52	118	418
1990	299	219	175	154	132	95	82	55	67	65	78	78
1991	147	148	252	278	179	99	86	65	48	53	105	199
1992	205	338	206	276	159	119	91	76	81	142	237	288
1993	230	290	233	198	128	101	79	70	61	70	76	195
1994	317	237	429	304	160	118	97	75	57	52	103	187

1995	189	204	204	231	150	100	76	60	47	50	90	126
1996	121	91	127	116	95	50	37	30	28	35	77	106
1997	212	151	190	235	137	105	80	61	53	51	58	101
1998	123	158	151	105	76	58	42	32	24	39	95	133
1999	106	88	179	89	62	45	34	25	28	40	73	117
2000	179	190	250	144	92	68	54	42	62	43	120	187
2001	140	107	169	136	84	67	50	38	39	63	101	136
2002	235	296	188	133	83	63	51	40	43	30	61	85
2003	159	163	188	156	87	62	48	37	34	35	74	90
2004	202	478	389	338	211	115	88	67	49	55	79	114

Fonte: Dantas, 2012.

É importante destacar que esses dados foram incluídos no programa pelo nó de volume específico para o Rio Corumbá, afluente à represa de Corumbá IV, como demonstrado pela Figura 6.1.

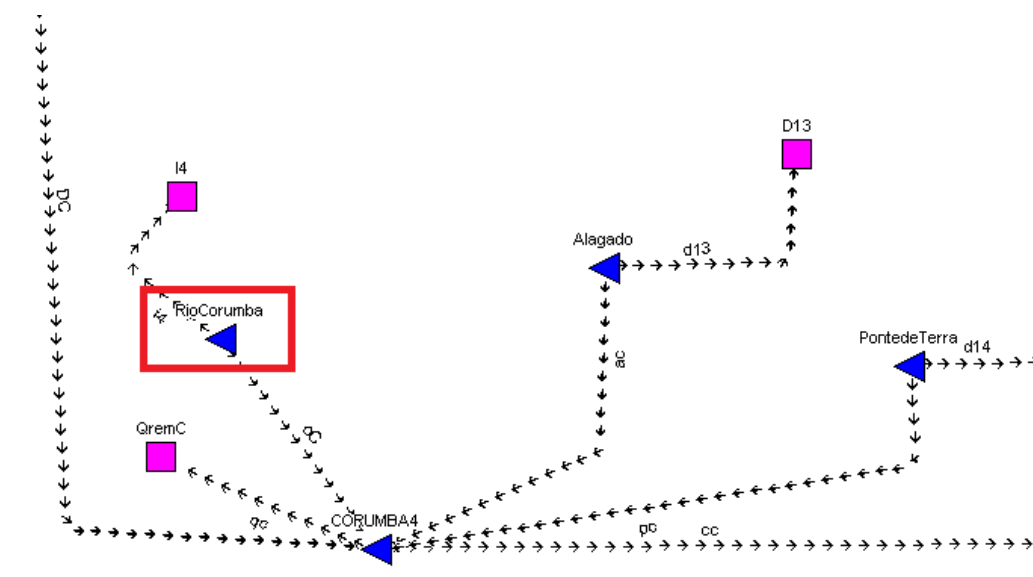


Figura 6.1 – Representação dos Nós de Volume Referentes a Corumbá IV e ao Rio Corumbá.

### 6.2.2.2 DEMANDA DE IRRIGAÇÃO

As regiões estudadas dos reservatórios apresentam, como se perceberá pelos dados, retiradas de vazões para suprir demandas agrárias por irrigação de valores consideráveis. É importante, portanto, que a rede de fluxo considere essas entradas em sua construção para torná-la mais aplicável.

Como se descreve no relatório apresentado pelo PGIRH (2012), a estimativa dessas vazões foi feita com dados mais atualizados em relação ao Programa anterior. Esses dados provieram de estudo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente de 2010 (Desenvolvimento de Matriz de



Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil – Produto 4: Minuta da Matriz de Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada). Além disso, o referido Programa também descreve suas metodologias de análise baseadas em estudos da ONS. Dessa análise, são apresentadas como dados as demandas exigidas por irrigação em cada Bacia Hidrográfica pertencente à região estudada. A partir da Tabela 6.12, percebe-se o valor resultante para as demandas média e máxima para cada bacia destacada como relevante para a construção da rede.

**Tabela 6.12 – Descrição dos Valores de Demandas de Irrigação para as Bacias Hidrológicas Estudadas.**

Bacias	Vazão média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão máxima no ano (m <sup>3</sup> /s)
Rio Descoberto	1,098	2,436
Rio São Bartolomeu	0,670	1,486
Rio Paranoá	0,099	0,219
Rio Corumbá	0,056	0,119

Fonte: PGIRH, 2012.

Como o aplicativo AquaNet exige a entrada dos dados de demanda distribuídos para cada mês do ano e o PGIRH forneceu seus dados como médias anuais, uma distribuição matemática teve de ser feita para permitir que as informações fossem alimentadas com compatibilidade.

Para realizar essa compatibilização, uma comparação com os dados disponibilizados para a construção da rede original e os atualizados foi feita. Pensou-se, a partir disso, que o método de distribuição, ainda que bastante aproximado, mais coerente e simples de ser utilizado seria o de normalização dos dados. Por meio dos valores disponibilizados por Osorio (2011), calcularam-se os parâmetros da curva normal formada pelos pontos e, por meio desses parâmetros, utilizaram-se as informações de média e ponto de máximo para a construção da nova curva.

O cálculo dos parâmetros da curva normal foi realizado pela determinação da média e do desvio padrão de cada sequência de valores. A partir do resultado dessas propriedades das sequências, determinaram-se os parâmetros normalizados pela equação seguinte:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}, \quad \text{Eq. 6.3}$$

em que  $\mu$  representa a média da sequência e  $\sigma$  determina o valor do desvio padrão da amostra em questão.

Feita a parametrização e tendo os respectivos valores médios e máximos da amostra, ajustou-se o desvio padrão da nova distribuição a fim de obter uma relação similar com a sequência original (ou seja, buscando resultar nos mesmo valores parametrizados). Na Tabela 6.13, é disponibilizado o resultado das características das séries. E na Tabela 6.14, demonstram-se as distribuições das demandas atualizadas de irrigação para cada reservatório da rede (informações essas que foram alimentadas no programa para os respectivos nós de volume).

**Tabela 6.13 – Descrição dos Valores da Média e Desvio Padrão das Distribuições.**

Bacias	Vazão média – Osorio (2011) (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão – Osorio (2011)	Vazão média – PGIRH (2012) (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão – PGIRH (2012)
Rio Descoberto	0,521	0,535	1,098	0,865
Rio São Bartolomeu	3,225	3,702	0,670	0,473
Rio Paranoá	0,230	0,232	0,099	0,078
Rio Corumbá	0,521	0,535	0,056	0,041

**Tabela 6.14 – Descrição das Distribuições de Demandas de Irrigação para cada Unidade Hidrológica.**

Série de Demandas de Irrigação (m <sup>3</sup> /s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
I 1	0,255	0,255	0,255	0,722	1,755	1,928	2,074	2,436	2,043	0,619	0,255	0,580
I 2	0,021	0,021	0,021	0,075	0,152	0,174	0,186	0,219	0,187	0,058	0,021	0,051
I 3	0,258	0,258	0,258	0,653	1,087	0,689	1,156	1,486	1,327	0,351	0,258	0,258
I 4	0,016	0,016	0,016	0,038	0,087	0,095	0,102	0,119	0,101	0,033	0,016	0,032

Vale destacar que os nós de demanda I1, I2, I3 e I4 representam as vazões de irrigação exigidas nas bacias do Rio Descoberto, Lago Paranoá, Rio São Bartolomeu e Rio Corumbá, respectivamente. Cabe comentar também que, como anteriormente a este trabalho não se realizaram análises à irrigação proveniente do Rio Corumbá, a compatibilização foi feita considerando a padronização proveniente do Rio Descoberto. Essa aproximação foi pensada por conta de o Rio Descoberto fazer parte da Bacia do Rio Corumbá, representando, portanto, o comportamento em escala desta bacia.

### 6.3 INCLUSÃO DA DEMANDA DE NOVO GAMA

Segundo informações apresentadas por agentes da CAESB, a cidade de Novo Gama, localizada no entorno do Distrito Federal, atualmente já faz uso da rede de abastecimento anteriormente destinada apenas para a Região Administrativa de Santa Maria. Segundo a CAESB, essa cidade retira do sistema uma vazão média anual de 80 l/s.

Por conta dessa alteração sofrida na rede de abastecimento da CAESB no DF, a rede de fluxos representativa necessitou de alterações para adaptar-se ao novo cenário apresentado. A vazão exigida por essa nova cidade foi representada no modelo por um nó de demanda ligado ao sistema de Santa Maria (representado, como descrito na Tabela 5.1, pela demanda D15). E sua demanda distribuída mês a mês foi computada seguindo o mesmo processo de normalização descrito no item anterior.

Pela ausência de dados referentes à sazonalidade da exigência por água na região a ser incluída e como ela se encontra submetida ao regime de abastecimento da RA de Santa Maria, adotou-se a aproximação de considerar a normalização de Novo Gama igual à curva normalizada de Santa Maria. A partir dos valores da média e desvio padrão da curva da RA, junto com a vazão média da cidade goiana, descritos na Tabela 6.15, adquiriu-se a distribuição da demanda em estudo (apresentada pela Tabela 6.16).

**Tabela 6.15 – Descrição dos Parâmetros das Curvas Normalizadas.**

Demanda	Vazão média (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão
D 15	0,285	0,0202
Novo Gama	0,080	0,0202

**Tabela 6.16 – Descrição da Demanda Distribuída para Novo Gama.**

Série de Demandas de Novo Gama (m <sup>3</sup> /s)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0,112	0,084	0,104	0,096	0,091	0,095	0,068	0,063	0,047	0,062	0,083	0,056

Por fim, apresenta-se pela Figura 6.2 a nova configuração da rede que servirá de modelo para os estudos que se seguirem neste projeto.

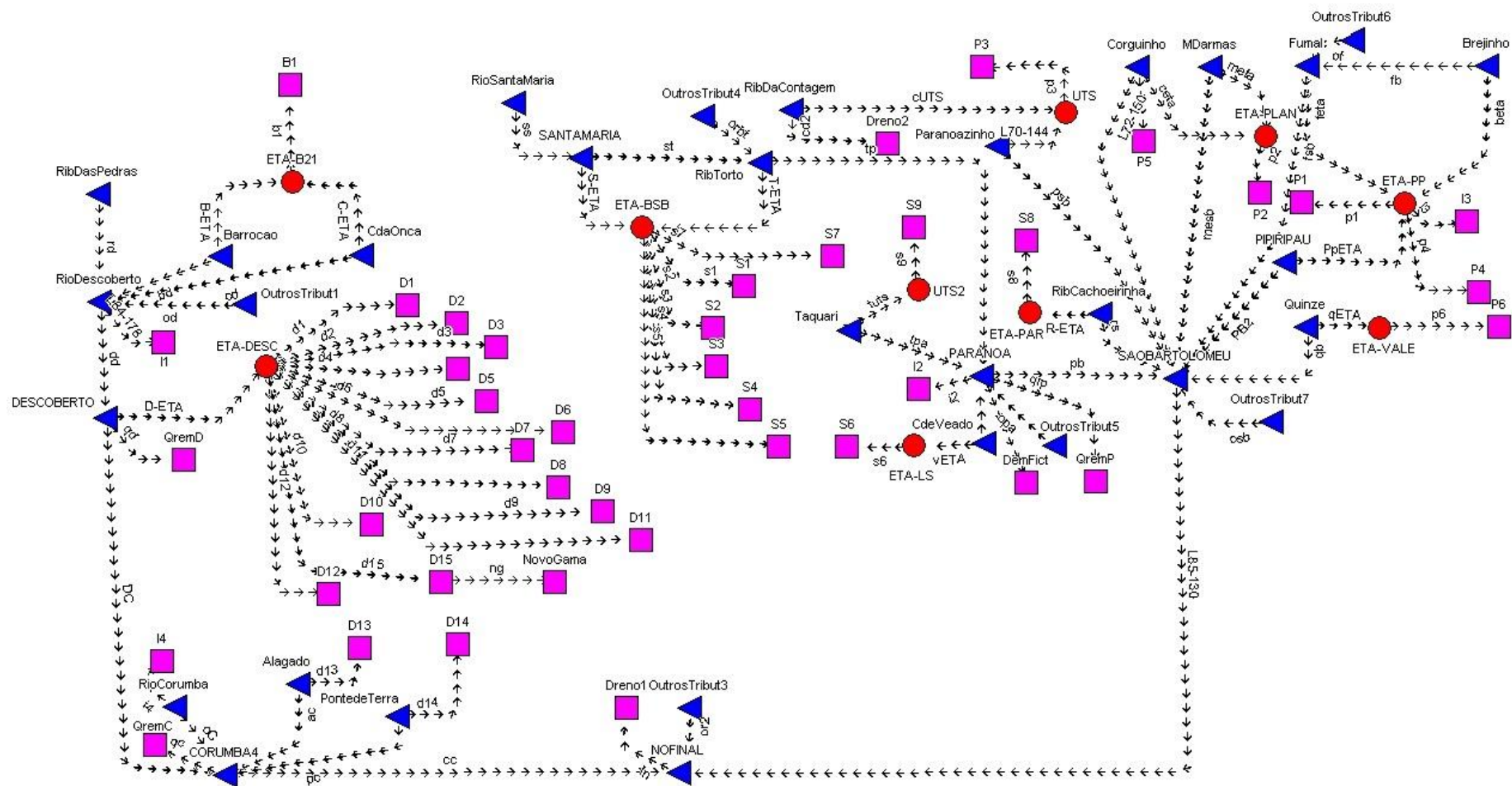


Figura 6.2 – Topologia Atualizada.

Os resultados adquiridos depois dessa atualização são apresentados no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES e, a partir deles, destacaram-se, pela Tabela 6.17 e Tabela 6.18, alguns valores importantes para que se pudesse fazer a comparação com os resultados apresentados no cenário anterior.

**Tabela 6.17 – Comparativo com o Modelo Base sem as Alterações.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) - Referência	Frequência abaixo da demanda (%) - Referência	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) - Referência	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s) - Referência
B1	1	1,28	0,205	0,103	1,000	1,282	0,205	0,103
D1	0	0,00	0,000	0,122	0,000	0,000	0,000	0,122
D10	0	0,00	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,038
D11	0	0,00	0,000	0,293	0,000	0,000	0,000	0,293
D12	0	0,00	0,000	0,346	0,000	0,000	0,000	0,346
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D14	1	0,32	0,037	0,003	1,000	0,321	0,037	0,003
D15	0	0,00	0,000	0,285	0,000	0,000	0,000	0,285
D2	0	0,00	0,000	1,758	0,000	0,000	0,000	1,758
D3	0	0,00	0,000	0,458	0,000	0,000	0,000	0,458
D4	0	0,00	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,170
D5	0	0,00	0,000	0,170	0,000	0,000	0,000	0,170
D6	0	0,00	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,038
D7	0	0,00	0,000	0,084	0,000	0,000	0,000	0,084
D8	0	0,00	0,000	0,273	0,000	0,000	0,000	0,273
D9	0	0,00	0,000	0,188	0,000	0,000	0,000	0,188
DemFict	0	0,00	0,000	0,000	-	-	-	-
Dreno 1	312	100,00	8070628,50	157,005	312,000	100,00	8177927,5	26,140
Dreno 2	312	100,00	8199301,00	0,077	312,000	100,000	8199338,5	0,037
I1	0	0,00	0,000	1,098	0,000	0,000	0,000	0,521
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,000	0,000	0,000	0,230
I3	3	5,77	17,382	0,649	6,000	38,141	1462,49	1,442
I4	0	0,00	0,000	0,056	-	-	-	-
NovoGama	0	0,00	0,000	0,080	-	-	-	-
P1	0	0,00	0,000	0,252	0,000	0,000	0,000	0,252
P2	0	0,00	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,060
P3	6	10,90	1,524	0,100	8,000	25,321	4,465	0,097
P4	0	0,00	0,000	0,045	0,000	0,000	0,000	0,045
P5	0	0,00	0,000	0,058	0,000	0,000	0,000	0,058
P6	0	0,00	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,023
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	-	-	-	-
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0,000	0,000	0,000	0,486

Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0,000	0,000	0,000	1,014
S1	0	0,00	0,000	0,648	0,000	0,000	0,000	0,648
S2	0	0,00	0,000	0,237	0,000	0,000	0,000	0,237
S3	0	0,00	0,000	0,501	0,000	0,000	0,000	0,501
S4	0	0,00	0,000	0,251	0,000	0,000	0,000	0,251
S5	0	0,00	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,022
S6	1	0,32	0,092	0,087	1,000	0,321	0,092	0,087
S7	0	0,00	0,000	0,117	0,000	0,000	0,000	0,117
S8	0	0,00	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,032
S9	0	0,00	0,000	0,017	0,000	0,000	0,000	0,017

**Tabela 6.18 – Comparativo com o Modelo Base sem as Alterações.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – Referência	Frequência abaixo do volume meta (%) – Referência
DESCOBERTO	6	12,82	7	21,47
SANTAMARIA	8	17,31	8	21,79

Percebe-se que com as alterações, o modelo base apresentou uma dinâmica de funcionamento semelhante à apresentada pelo modelo sem alterações. Portanto, pode-se validar a nova rede criada. Entretanto, como é demonstrado pelos resultados, certos pontos de demanda apresentaram melhora no abastecimento. Isso se fez presente nos nós de demanda I3 e P3, justamente por conta da redução de vazão exigida para irrigação na bacia do Rio São Bartolomeu. Outra alteração que se percebeu foi na quantidade de falhas presentes no Reservatório do Descoberto e no Lago Santa Maria (apresentando baixa nas frequências abaixo do volume meta de 40,29% e 20,56%, respectivamente). A justificativa para essa redução se dá pela consideração das vazões de retorno, compensando o quantitativo antes retirado sem compensação dessas unidades hidrológicas.

## **7. ANÁLISE E DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS**

Este capítulo descreve as considerações feitas para cada cenário testado neste projeto utilizando o AcquaNet. Ademais, são também analisados os resultados atingidos pelas simulações realizadas.

### **7.1 SIMULAÇÕES DA CAPACIDADE DE ABASTECIMENTO DO LAGO PARANOÁ**

Essa seção foi reservada para a descrição dos métodos utilizados para realizar a estimativa da capacidade de aporte de água fornecido pelo Lago Paranoá. Esse estudo é importante, pois esse manancial já é considerado, pela CAESB, como uma alternativa de reforço no abastecimento local.

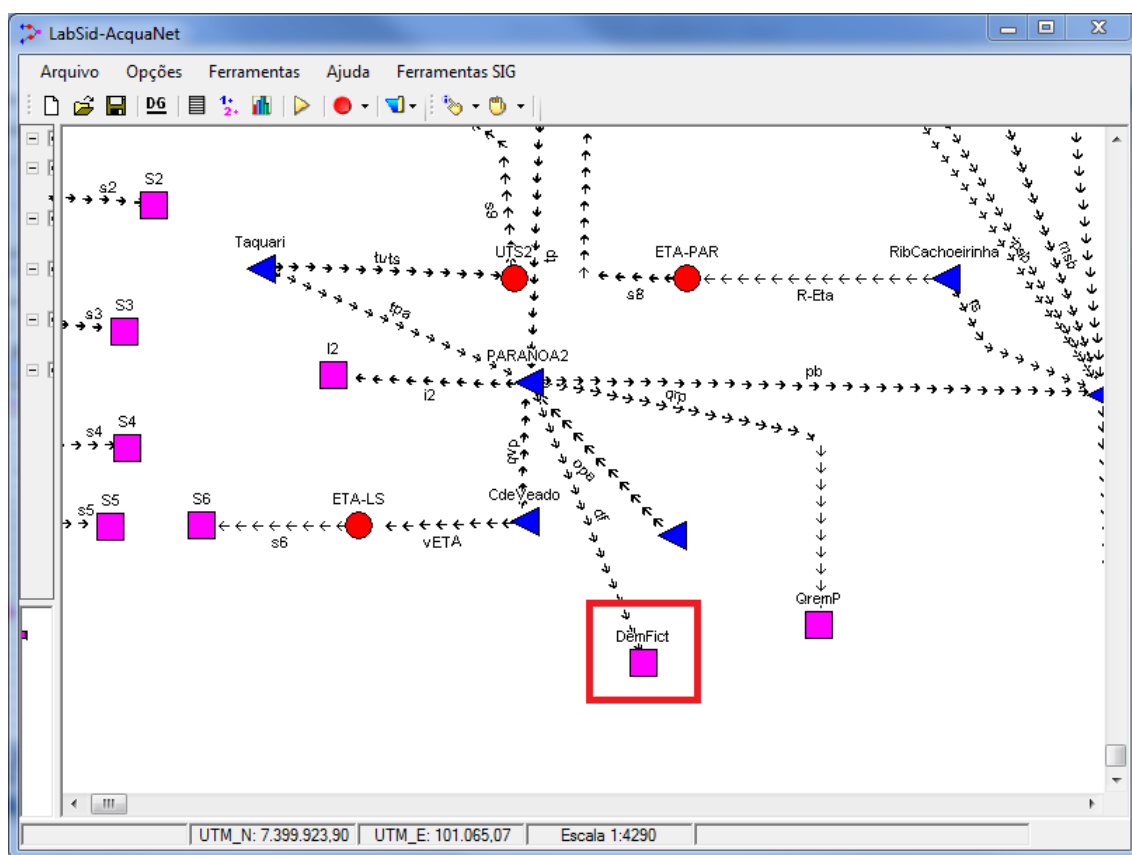
Primeiro, considerou-se uma realidade de captação dessa água em intensidades constantes ao longo de todos os anos da série histórica. Em seguida, analisou-se uma situação de subdivisão da captação de acordo com a sazonalidade da disponibilidade de água da região.

Por conta da adaptação feita no modelo-base, as vazões de distribuição suportadas pelo Lago foram também alteradas em relação às encontradas pela primeira fase do estudo. A seguir são apresentados os resultados já atualizados para esses parâmetros.

#### **7.1.1 SIMULAÇÃO COM CAPTAÇÃO CONTÍNUA**

Para dar suporte às simulações futuras de alterações da conformação do sistema de abastecimento ou da operação do mesmo, propôs-se inicialmente uma análise da capacidade de abastecimento que o Lago Paranoá poderia fornecer. Como dito anteriormente, a primeira análise dessa simulação foi feita a partir de uma imposição de um abastecimento com demanda contínua e constante ao longo de toda a série histórica.

Basicamente o processo se resumiu em impor uma demanda extra fictícia saindo do nó representativo ao Lago Paranoá (como demonstrado na Figura 7.1), na qual se alimenta os dados a serem considerados (de vazões de demanda e da prioridade de atendimento dela). A partir dos dados fornecidos, submete-se o programa a calcular o equilíbrio hídrico e, a partir da solução, verificam-se as falhas presentes na demanda fictícia. Caso nenhuma falha se mostrar presente, a demanda imposta é comportada pelo Lago; já se ao menos uma falha ocorrer em toda a série histórica, considera-se que o corpo hídrico não tem capacidade de atender à demanda.



**Figura 7.1 – Representação da Demanda Fictícia Imposta.**

Para alimentar a demanda fictícia, buscou-se alocar sua prioridade de atendimento abaixo de qualquer outra demanda ou volume meta, a fim dessa imposição não alterar no comportamento original do sistema. Por conta disso, adotou-se uma prioridade 15 para a demanda desse nó. Já em relação à vazão de demanda, como o valor a ser considerado seria constante ao longo de todo o ano, bastou estimar um valor de vazão inicial e testá-lo na simulação e, por um processo de iteração, chegar ao resultado limite acima do qual sempre haverá falhas no abastecimento.

Pelas iterações feitas, obteve-se como resultado que a máxima demanda contínua que pode ser exigida da captação no Lago Paranoá foi a de valor  $5,64 \text{ m}^3/\text{s}$ , a partir dela (e incluindo a mesma) houve falhas de abastecimento. Esse valor resultante se aproximou bastante do quantitativo disponibilizado pelo PGIRH (2012) como aporte máximo dessa unidade hídrica (valor máximo equivalente a  $5,6785 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Ademais, essa vazão é bastante superior aos valores projetados pela CAESB para o futuro Sistema Paranoá de captação – com retirada de  $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$  de vazão na primeira etapa e  $2,8 \text{ m}^3/\text{s}$  na segunda fase de operação.

O resultado dessa simulação máxima é apresentado no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. Alguns dados foram destacados desse apêndice e apresentados na Tabela 7.1



e na Tabela 7.2 para permitir uma melhor visualização do comparativo com os resultados da simulação de referência.

**Tabela 7.1 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Demandas.**

Dema nda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) - Referência	Frequênc ia abaixo da demand a (%) - Referênc ia	Volume acumulad o dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) - Referência	Vazão média fornecid a (m <sup>3</sup> /s) - Referênc ia
B1	1	1,28	0,205	0,103	1	1,28	0,205	0,103
D1	0	0,00	0,000	0,122	0	0,00	0,000	0,122
D10	0	0,00	0,000	0,038	0	0,00	0,000	0,038
D11	0	0,00	0,000	0,293	0	0,00	0,000	0,293
D12	0	0,00	0,000	0,346	0	0,00	0,000	0,346
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	1	0,32	0,037	0,003	1	0,32	0,037	0,003
D15	0	0,00	0,000	0,285	0	0,00	0,000	0,285
D2	0	0,00	0,000	1,758	0	0,00	0,000	1,758
D3	0	0,00	0,000	0,458	0	0,00	0,000	0,458
D4	0	0,00	0,000	0,170	0	0,00	0,000	0,170
D5	0	0,00	0,000	0,170	0	0,00	0,000	0,170
D6	0	0,00	0,000	0,038	0	0,00	0,000	0,038
D7	0	0,00	0,000	0,084	0	0,00	0,000	0,084
D8	0	0,00	0,000	0,273	0	0,00	0,000	0,273
D9	0	0,00	0,000	0,188	0	0,00	0,000	0,188
DemFi ct	1	0,32	0,097	5,640	0	0,00	0,000	0,000
Dreno 1	312	100,00	8075248,00	151,370	312	100,00	8070628,5	157,005
Dreno 2	312	100,00	8199301,00	0,077	312	100,00	8199301,0	0,077
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	5,77	17,382	0,649	3	5,77	17,382	0,649
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,080	0	0,00	0,000	0,080
P1	0	0,00	0,000	0,252	0	0,00	0,000	0,252
P2	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
P3	6	10,90	1,524	0,100	6	10,90	1,524	0,100
P4	0	0,00	0,000	0,045	0	0,00	0,000	0,045
P5	0	0,00	0,000	0,058	0	0,00	0,000	0,058
P6	0	0,00	0,000	0,023	0	0,00	0,000	0,023
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,648	0	0,00	0,000	0,648

S2	0	0,00	0,000	0,237	0	0,00	0,000	0,237
S3	1	0,32	0,284	0,501	0	0,00	0,000	0,501
S4	2	0,64	1,219	0,250	0	0,00	0,000	0,251
S5	2	0,64	0,150	0,022	0	0,00	0,000	0,022
S6	1	0,32	0,092	0,087	1	0,32	0,092	0,087
S7	1	0,32	0,321	0,116	0	0,00	0,000	0,117
S8	0	0,00	0,000	0,032	0	0,00	0,000	0,032
S9	0	0,00	0,000	0,017	0	0,00	0,000	0,017

**Tabela 7.2 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – Referência	Frequência abaixo do volume meta (%) – Referência
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	6	12,82	6	12,82
PARANOÁ	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	9	17,95	8	17,31

Por meio desse comparativo, percebe-se que a dinâmica do sistema permaneceu compatível à situação apresentada como referência (apresentando as mesmas quantidades de falhas para o Reservatório do Descoberto, o qual não foi afetado pela demanda imposta). Como esperado, o Reservatório de Santa Maria apresentou um aumento nos índices de falhas por conta da maior necessidade de fornecimento de vazões ao sistema e, pelo aumento das vazões exigidas nesse mesmo sistema, mais falhas surgiram nas demandas incluídas nele, o que valida o resultado apresentado.

A par disso, vale comentar, inclusive, que a criação da captação do Sistema Paranoá não acarretou falhas no nível meta do Lago Paranoá. Isso significa que a imposição de um sistema produtor na região não gerará problemas de cota no manancial, não afetando, portanto, os usos múltiplos do corpo hídrico (como para atividades de lazer e navegação). É importante comentar, entretanto, que a divisão de vazões poderia alterar atividades energéticas na unidade hidrológicas. Mas, como esse não foi o objeto do trabalho, esse impacto não foi analisado.

### **7.1.2 SIMULAÇÃO COM CAPTAÇÃO ADAPTÁVEL**

Por fim, uma última simulação realizada nessa fase do projeto para dar suporte às futuras análises a serem estudadas foi a alocação de uma demanda artificial (aproveitando a já alocada

para a simulação anterior, demonstrada na Figura 7.1), cuja alimentação de dados se diferenciou em relação à série de vazões considerada.

A sazonalidade de precipitações na região do Planalto Central, torna por criar dois climas característicos ao longo do ano na região, um inverno seco e um verão chuvoso. Assim como exposto por Sano *et al.* (2005), o período de seca na região se torna presente entre os meses de maio a setembro. Nesses meses, fazem-se presentes as menores porções de disponibilidade de água por conta da seca intensa e baixo índice pluviométrico.

Considerando essa variação, buscou-se na simulação a imposição de uma ponderação do modo de operação dessa captação considerando essa variabilidade apresentada na oferta de água. Para equilibrar os dados fornecidos, adotou-se uma divisão do ano em seis meses de seca e seis meses de alta disponibilidade hídrica. Nos meses de maio a outubro, alocaram-se os menores valores de vazão captada; já para os demais meses, por possuírem maior capacidade de abastecimento, aumentaram-se as vazões a serem fornecidas.

Após diversas iterações, obteve-se como resultado uma operação ótima com vazão média fornecida no valor de 6,715 m<sup>3</sup>/s, sendo que, na época de chuvas (de janeiro a abril e de novembro a dezembro), alocou-se uma vazão de 7,8 m<sup>3</sup>/s de fornecimento e 5,63 m<sup>3</sup>/s na seca (de maio a outubro).

Pela solução apresentada no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES, observa-se que o comportamento geral do sistema também não mudou quanto à análise operada na seção 7.1.1. A seguir, na Tabela 7.3 e Tabela 7.4, são apresentados os principais resultados encontrados nessa simulação e comparados com aqueles provindos da simulação de referência.

**Tabela 7.3 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Demandas.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) - Referência	Frequência abaixo da demanda (%) - Referência	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) - Referência	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s) - Referência
B1	1	1,28	0,205	0,103	1	1,28	0,205	0,103
D1	0	0,00	0,000	0,122	0	0,00	0,000	0,122
D10	0	0,00	0,000	0,038	0	0,00	0,000	0,038
D11	0	0,00	0,000	0,293	0	0,00	0,000	0,293
D12	0	0,00	0,000	0,346	0	0,00	0,000	0,346
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	1	0,32	0,037	0,003	1	0,32	0,037	0,003

D15	0	0,00	0,000	0,285	0	0,00	0,000	0,285
D2	0	0,00	0,000	1,758	0	0,00	0,000	1,758
D3	0	0,00	0,000	0,458	0	0,00	0,000	0,458
D4	0	0,00	0,000	0,170	0	0,00	0,000	0,170
D5	0	0,00	0,000	0,170	0	0,00	0,000	0,170
D6	0	0,00	0,000	0,038	0	0,00	0,000	0,038
D7	0	0,00	0,000	0,084	0	0,00	0,000	0,084
D8	0	0,00	0,000	0,273	0	0,00	0,000	0,273
D9	0	0,00	0,000	0,188	0	0,00	0,000	0,188
DemFi ct	1	0,32	0,181	6,715	0	0,00	0,000	0,000
Dreno 1	312	100,00	8076129,50	150,295	312	100,00	8070628,5	157,005
Dreno 2	312	100,00	8199301,00	0,077	312	100,00	8199301,0	0,077
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	5,77	17,382	0,649	3	5,77	17,382	0,649
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,080	0	0,00	0,000	0,080
P1	0	0,00	0,000	0,252	0	0,00	0,000	0,252
P2	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
P3	6	10,90	1,524	0,100	6	10,90	1,524	0,100
P4	0	0,00	0,000	0,045	0	0,00	0,000	0,045
P5	0	0,00	0,000	0,058	0	0,00	0,000	0,058
P6	0	0,00	0,000	0,023	0	0,00	0,000	0,023
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,648	0	0,00	0,000	0,648
S2	0	0,00	0,000	0,237	0	0,00	0,000	0,237
S3	1	0,32	0,284	0,501	0	0,00	0,000	0,501
S4	2	0,64	1,185	0,250	0	0,00	0,000	0,251
S5	2	0,64	0,150	0,022	0	0,00	0,000	0,022
S6	1	0,32	0,092	0,087	1	0,32	0,092	0,087
S7	1	0,32	0,321	0,116	0	0,00	0,000	0,117
S8	0	0,00	0,000	0,032	0	0,00	0,000	0,032
S9	0	0,00	0,000	0,017	0	0,00	0,000	0,017

**Tabela 7.4 – Comparativo com a Simulação de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – Referência	Frequência abaixo do volume meta (%) – Referência
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	6	12,82	6	12,82

PARANOÁ	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	9	17,95	8	17,31

Percebe-se que, tanto para a captação contínua quanto para a ponderada, o comportamento da rede se manteve inalterado, as falhas ocorreram nos mesmos pontos e com mesma intensidade. Entretanto, essa última conformação permitiu uma melhor distribuição do abastecimento, permitindo o aumento do aporte ao sistema de captação. E, novamente, os resultados dessa simulação mostram que não houve impacto sobre a manutenção da cota meta do Lago Paranoá.

Conclui-se, portanto, que essa conformação, a partir dessa representação vastamente simplificada, representa um cenário mais favorável ao abastecimento, por disponibilizar uma vazão média durante o ano maior que a primeira consideração.

## 7.2 SIMULAÇÕES DE AUMENTO POPULACIONAL

Nessa fase do estudo, objetivou-se analisar os impactos que ocorreriam na provável situação de aumento populacional na região simulada. Para os cenários a serem simulados, pensou-se em considerar o crescimento demográfico do cenário de referência para uma projeção de população nos anos de 2025 e 2035.

Para considerar o impacto nos dados a serem alimentados, primeiramente deve-se descrever o que representa um aumento de consumidores em uma região de estudo e como encontrar os valores demográficos necessários para essa análise.

### 7.2.1 AUMENTO POPULACIONAL X AUMENTO DE DEMANDA POR ABASTECIMENTO

Segundo cita Tsutiya (2006), o consumo de água por uma dada população pode ser descrito pela seguinte relação:

$$Q = \frac{K_1 K_2 P q}{86400}. \quad \text{Eq. 7.1}$$

Determinadas cidades possuem, durante um ano, valores variados de exigência hídrica. Essa variação é contabilizada pelo fator  $K_1$  da relação, que representa a razão entre o maior consumo diário no ano e o consumo médio diário nesse ano. A par disso, a variabilidade presente durante um dia de abastecimento é computada pelo coeficiente  $K_2$ , cuja fórmula representa a razão entre a maior vazão horária no dia e a vazão média do dia. Por fim, os outros produtos da

multiplicação simbolizam a população de projeto da região analisada ( $P$ ) e o consumo *per capita* desta região ( $q$ ).

Para estudar os efeitos do crescimento da população das RAs do DF na demanda exigida por elas, usou-se essa equação descrita. Nas considerações de cálculo, como se mostraram ausentes dados de variação dos fatores  $K_1$ ,  $K_2$  e consumo *per capita* para essas localidades, utilizou-se a proporcionalidade direta entre a variação da população e a da demanda. Em outras palavras, mantiveram-se constantes os valores de todos os produtos da multiplicação e permitiu-se apenas a alteração dos dados populacionais.

## 7.2.2 DETERMINAÇÃO DAS POPULAÇÕES FUTURAS

Para a determinação de projeções populacionais de uma dada localidade vários métodos são utilizados, tomando como base diversos parâmetros, como taxa de nascimento e morte numa sociedade e índices de imigração e emigração. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – é responsável por realizar constantemente censos demográficos, que servem como insumo para pesquisas que objetivam contabilizar a progressão de uma dada comunidade ao longo dos anos.

Uma dessas pesquisas que tomaram informações demográficas do IBGE como base de dados e utilizou de métodos matemáticos para determinar o crescimento do número de habitantes da RIDE DF foi a descrita em Vasconcelos (2015). O relatório cita que o estudo utilizou informações disponibilizadas pelo Censo Demográfico 2010 e outros registros recentes do IBGE, além de metodologias como o Método dos Coeficientes (o qual determina uma fórmula específica para a estimativa de uma população com taxas de nascimento, óbito, emigração e imigração). Como resultado, obtiveram-se estimativas das populações das RIDEs Petrolina-Juazeiro, Grande Teresina e Distrito Federal para o período de 2015 a 2035. Abaixo, na Tabela 7.5, demonstram-se os valores determinados das populações dos anos de 2010, 2025 e 2035 (anos de estudo desse projeto) da RIDE DF.

**Tabela 7.5 – Dados Demográficos da RIDE DF.**

Cidade	População 2010	População 2025	População 2035	Taxa de Crescimento 2010 - 2025	Taxa de Crescimento 2010 - 2035
Buritis	22.737	27.424	29.521	20,61%	29,84%
Unai	77.565	94.799	102.356	22,22%	31,96%
Cabeceira Grande	6.453	8.341	9.063	29,26%	40,45%
Abadiânia	15.757	21.024	23.462	33,43%	48,90%

Água Fria de Goiás	5.090	6.040	6.480	18,66%	27,31%
Águas Lindas de Goiás	159.378	222.467	251.666	39,58%	57,91%
Alexânia	23.814	29.101	31.549	22,20%	32,48%
Cabeceiras	7.354	8.436	8.937	14,71%	21,53%
Cidade Ocidental	55.915	74.855	83.621	33,87%	49,55%
Cocalzinho de Goiás	17.407	21.298	23.099	22,35%	32,70%
Corumbá de Goiás	10.361	11.728	12.360	13,19%	19,29%
Cristalina	46.580	61.889	68.974	32,87%	48,08%
Formosa	100.085	127.766	140.577	27,66%	40,46%
Luziânia	174.531	218.972	239.540	25,46%	37,25%
Mimoso de Goiás	2.685	2.753	2.785	2,53%	3,72%
Novo Gama	95.018	121.578	133.871	27,95%	40,89%
Padre Bernardo	27.671	35.549	39.194	28,47%	41,64%
Pirenópolis	23.006	26.282	27.798	14,24%	20,83%
Planaltina de Goiás	81.649	94.919	101.060	16,25%	23,77%
Santo Antônio do Descoberto	63.248	78.602	85.708	24,28%	35,51%
Valparaíso de Goiás	132.982	179.166	200.540	34,73%	50,80%
Vila Boa	4.735	6.466	7.268	36,56%	53,50%
Brasília	2.570.160	3.512.409	4.031.605	36,66%	56,86%

Fonte: Vasconcelos, 2015.

Cabe comentar que os dados de taxa de crescimento foram adquiridos pelo cálculo da variação percentual dos valores demográficos apresentados no relatório. Esse cálculo foi feito a partir da seguinte equação:

$$TC = \frac{P_{Futura} - P_{Inicial}}{P_{Inicial}} \times 100\%, \quad \text{Eq. 7.2}$$

em que  $P_{Futura}$  e  $P_{Inicial}$  representam a quantidade de habitantes no período futuro e inicial a ser considerado, respectivamente.

Tomando em conta os valores calculados pela taxa de crescimento populacional e a consideração de proporcionalidade direta entre o crescimento em demanda por abastecimento, utilizou-se da fórmula abaixo para determinar as vazões exigidas futuras para cada região:

$$D_{Futura} = D_{Inicial} \times \left(1 + \frac{TC}{100}\right), \quad \text{Eq. 7.3}$$

em que  $TC$  é a taxa de crescimento no período dada em percentual.

Essa hipótese adotada, cabe aqui destacar, é um tanto conservadora. Em algumas cidades, campanhas de conscientização do uso racional da água se mostraram eficientes na redução

desse incremento no consumo hídrico. Entretanto, para os estudos iniciais deste estudo as considerações adotadas se mostraram apropriadas.

### 7.2.3 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025

Pelas definições e metodologias apresentadas no item anterior, determinou-se nessa fase o comportamento da rede de referência atualizada com o cenário de população futura do ano de 2025. Aplicou-se, portanto, a Equação 10.3 para as demandas do cenário base (usando-se a Taxa de Crescimento das RAs iguais à de Brasília, pela ausência da distribuição dessa entre as regiões) e adquiriu-se como resultado os dados de demanda da Tabela 7.6.

**Tabela 7.6 – Descrição das Demandas Futuras do Cenário 2025.**

Série de Demandas 2025 (m³/s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B1	0,137	0,137	0,141	0,137	0,138	0,138	0,141	0,145	0,142	0,143	0,149	0,143
D1	0,141	0,146	0,160	0,143	0,154	0,165	0,200	0,206	0,179	0,169	0,178	0,167
D2	2,307	2,368	2,407	2,426	2,379	2,377	2,387	2,494	2,498	2,446	2,357	2,389
D3	0,599	0,612	0,589	0,607	0,649	0,667	0,687	0,659	0,551	0,625	0,640	0,633
D4	0,175	0,172	0,176	0,213	0,253	0,242	0,246	0,272	0,280	0,260	0,251	0,251
D5	0,221	0,239	0,236	0,230	0,236	0,239	0,250	0,236	0,220	0,230	0,228	0,215
D6	0,051	0,053	0,060	0,056	0,052	0,049	0,048	0,051	0,049	0,055	0,052	0,052
D7	0,105	0,113	0,113	0,113	0,115	0,116	0,130	0,115	0,113	0,116	0,112	0,115
D8	0,379	0,392	0,395	0,366	0,357	0,351	0,366	0,369	0,372	0,370	0,381	0,376
D9	0,266	0,266	0,275	0,265	0,264	0,258	0,245	0,250	0,256	0,256	0,242	0,232
D10	0,055	0,057	0,057	0,055	0,052	0,049	0,049	0,051	0,053	0,051	0,048	0,049
D11	0,383	0,409	0,492	0,495	0,491	0,525	0,614	0,324	0,189	0,231	0,277	0,384
D12	0,488	0,493	0,502	0,499	0,476	0,426	0,430	0,441	0,451	0,473	0,495	0,495
D13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D14	0,001	0,003	0,000	0,000	0,003	0,004	0,001	0,001	0,026	0,016	0,000	0,000
D15	0,432	0,394	0,421	0,410	0,403	0,409	0,372	0,366	0,344	0,365	0,394	0,357
NovoGama	0,143	0,107	0,133	0,123	0,116	0,122	0,087	0,081	0,060	0,079	0,106	0,072
S1	0,834	0,849	0,972	0,903	0,872	0,879	0,899	0,928	0,909	0,857	0,884	0,836
S2	0,256	0,302	0,186	0,243	0,254	0,212	0,138	0,503	0,605	0,482	0,421	0,284
S3	0,782	0,816	0,730	0,700	0,704	0,696	0,694	0,663	0,564	0,571	0,681	0,618
S4	0,303	0,323	0,332	0,310	0,333	0,343	0,364	0,369	0,387	0,372	0,354	0,332
S5	0,005	0,014	0,031	0,010	0,008	0,023	0,048	0,059	0,040	0,044	0,041	0,037
S6	0,108	0,113	0,107	0,109	0,109	0,111	0,107	0,165	0,186	0,115	0,102	0,098
S7	0,145	0,156	0,134	0,179	0,174	0,171	0,160	0,157	0,149	0,159	0,163	0,167
S8	0,042	0,044	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045	0,045	0,046	0,044	0,044	0,045
S9	0,030	0,034	0,038	0,038	0,030	0,012	0,018	0,016	0,019	0,015	0,011	0,011
P1	0,336	0,338	0,346	0,333	0,340	0,327	0,346	0,366	0,357	0,351	0,353	0,347
P2	0,068	0,067	0,071	0,066	0,075	0,074	0,111	0,111	0,111	0,090	0,077	0,072
P3	0,142	0,148	0,139	0,134	0,141	0,139	0,135	0,143	0,127	0,133	0,152	0,141
P4	0,059	0,053	0,057	0,051	0,051	0,052	0,070	0,086	0,082	0,071	0,052	0,057
P5	0,082	0,094	0,101	0,082	0,094	0,102	0,078	0,057	0,067	0,060	0,075	0,064
P6	0,031	0,033	0,031	0,030	0,030	0,029	0,031	0,030	0,036	0,031	0,031	0,033



A partir das vazões estipuladas, o passo seguinte foi alimentar o modelo criado com essas informações e analisar os resultados encontrados, possibilitando, com isso, a verificação das possíveis incapacidades do abastecimento em cada ponto. Os resultados detalhados dessa etapa foram dispostos no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES e, de lá, destacaram-se alguns valores que puderam ser utilizados como comparativo com o cenário de referência, os quais foram representados na Tabela 7.7 e na Tabela 7.8.

**Tabela 7.7 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Demanda.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) - Referência	Frequência abaixo da demanda (%) - Referência	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) - Referência	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s) - Referência
B1	3	3,53	0,886	0,140	1	1,28	0,205	0,103
D1	0	0,00	0,000	0,167	0	0,00	0,000	0,122
D10	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,038
D11	0	0,00	0,000	0,401	0	0,00	0,000	0,293
D12	0	0,00	0,000	0,472	0	0,00	0,000	0,346
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	1	0,64	0,068	0,005	1	0,32	0,037	0,003
D15	0	0,00	0,000	0,389	0	0,00	0,000	0,285
D2	0	0,00	0,000	2,403	0	0,00	0,000	1,758
D3	0	0,00	0,000	0,627	0	0,00	0,000	0,458
D4	0	0,00	0,000	0,233	0	0,00	0,000	0,170
D5	0	0,00	0,000	0,232	0	0,00	0,000	0,170
D6	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,038
D7	0	0,00	0,000	0,115	0	0,00	0,000	0,084
D8	0	0,00	0,000	0,373	0	0,00	0,000	0,273
D9	0	0,00	0,000	0,256	0	0,00	0,000	0,188
DemFict	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
Dreno 1	312	100,00	8071005,00	156,540	312	100,00	8070628,5	157,005
Dreno 2	312	100,00	8199318,50	0,057	312	100,00	8199301,0	0,077
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	6,41	23,042	0,642	3	5,77	17,382	0,649
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
NovoGama	0	0,00	0,000	0,102	0	0,00	0,000	0,080
P1	0	0,00	0,000	0,345	0	0,00	0,000	0,252
P2	0	0,00	0,000	0,083	0	0,00	0,000	0,060
P3	8	27,24	7,198	0,131	6	10,90	1,524	0,100
P4	0	0,00	0,000	0,062	0	0,00	0,000	0,045
P5	2	2,56	0,139	0,079	0	0,00	0,000	0,058
P6	0	0,00	0,000	0,031	0	0,00	0,000	0,023

Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0	0,00	0,000	0,648
S2	0	0,00	0,000	0,324	0	0,00	0,000	0,237
S3	1	0,32	0,523	0,684	0	0,00	0,000	0,501
S4	1	0,32	0,872	0,342	0	0,00	0,000	0,251
S5	1	0,32	0,097	0,030	0	0,00	0,000	0,022
S6	2	1,92	0,389	0,119	1	0,32	0,092	0,087
S7	1	0,32	0,439	0,159	0	0,00	0,000	0,117
S8	0	0,00	0,000	0,044	0	0,00	0,000	0,032
S9	0	0,00	0,000	0,023	0	0,00	0,000	0,017

**Tabela 7.8 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – Referência	Frequência abaixo do volume meta (%) – Referência
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	19,23	6	12,82
PARANOA	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	10	32,05	8	17,31

Os dados demonstram que, num possível aumento de exigência no sistema de abastecimento do DF para o ano de 2025, o sistema mais afetado seria o de Santa Maria/Torto, o qual representou maior suscetibilidade às mudanças, com cinco das suas nove unidades de abastecimento afetadas. Apesar do observável aumento dos não suprimentos das demandas, os elementos que mais sofreram deplecionamentos foram os reservatórios. Pela análise dos resultados, o Lago Descoberto apresentou índice de falhas de 19,23% na sua manutenção de volume meta, em detrimento dos 12,82% presentes no cenário de base. Entretanto, a unidade hidrológica que mais apresentou baixas em seu nível meta foi o Lago Santa Maria, cuja falha quase dobrou, passando de 17,31% para 32,05% (aumento de 85,27%). Isso se justifica justamente por conta da redução de volume do reservatório para assegurar o atendimento das demandas.

Analisando distintamente cada sistema, observa-se, no mais impactado (Sistema Santa Maria/Torto), um aumento discreto nas falhas de demandas abastecidas pelo Lago Santa Maria, por conta da compensação feita por este manancial na sua redução de volume. Contudo, na demanda referente a parte do Lago Sul, Jardim Botânico e SMDB – a qual capta do Rio Cabeça

de Veado –, a frequência abaixo da demanda aumentou significativamente. Nesse ponto, a falha final se mostrou seis vezes maior que na condição inicial.

Secundariamente, outro sistema bastante impactado foi o de Sobradinho/Planaltina. Ambas as falhas se concentraram na Região Administrativa de Sobradinho. O modelo futuro demonstrou um aparecimento de baixas no fornecimento para a localidade que possui captação do Rio Corguinho (com falha aparente de 2,56%). Todavia, a maior queda no atendimento se mostrou na região abastecida por Contagem e Paranoazinho (nó P3), que passou de uma falha inicial de 10,9% para uma de 27,24%.

Como ocorrido no Sistema Santa Maria/Torto, o Lago do Descoberto garantiu a manutenção dos níveis de abastecimento iniciais pela redução do seu volume de água acumulado. É por essa razão que as demandas pertencentes a esse sistema não apresentaram grandes baixas em seu abastecimento. A única ocorrência dessa queda de fornecimento se deu no nó representativo da região do Gama que é abastecida pelo Rio Ponte de Terra (apresentando um índice de falha final de 0,64%).

Por fim, o último sistema a se comentar é o de Brazlândia, que possuiu significativa elevação em sua frequência de falhas. Isso se deu, pois a captação inicial já não supria satisfatoriamente a região, que apresentava falha de 1,28%. Com o aumento populacional, essa queda no abastecimento se intensificou, passando para o valor de 3,53%, quase triplicando sua intensidade.

Cabe destacar também que, como não foram alteradas as exigências por irrigação, as demandas representativas dessa atividade não sofreram grandes alterações em seu atendimento. A falha somente se mostrou presente na demanda associada ao Rio Pípiripau (a qual já possuía baixa no fornecimento no cenário base), passando para o valor de 6,41%.

#### **7.2.4 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035**

Tomando como base o mesmo procedimento utilizado pela etapa anterior, retiraram-se da Tabela 7.5 os índices de crescimento demográfico das regiões estudadas para o ano de 2035, o que permitiu com que se calculassem os valores de demandas futuras descritas pela Tabela 7.9.

**Tabela 7.9 – Descrição das Demandas Futuras do Cenário 2035.**

Série de Demandas 2035 (m <sup>3</sup> /s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B1	0,157	0,157	0,162	0,157	0,158	0,158	0,162	0,166	0,163	0,165	0,171	0,165
D1	0,162	0,168	0,184	0,165	0,177	0,190	0,229	0,237	0,205	0,195	0,204	0,191
D2	2,648	2,718	2,762	2,784	2,731	2,728	2,740	2,863	2,867	2,808	2,706	2,742
D3	0,687	0,703	0,676	0,696	0,745	0,765	0,789	0,756	0,632	0,717	0,734	0,726
D4	0,201	0,198	0,202	0,245	0,290	0,278	0,282	0,312	0,322	0,298	0,289	0,289
D5	0,254	0,275	0,271	0,264	0,271	0,275	0,287	0,271	0,253	0,264	0,262	0,246
D6	0,058	0,061	0,069	0,064	0,060	0,056	0,055	0,058	0,056	0,063	0,060	0,060
D7	0,121	0,130	0,130	0,130	0,132	0,133	0,149	0,132	0,130	0,133	0,129	0,132
D8	0,435	0,450	0,453	0,420	0,409	0,403	0,420	0,424	0,427	0,425	0,438	0,431
D9	0,306	0,306	0,315	0,304	0,303	0,296	0,281	0,287	0,293	0,293	0,278	0,267
D10	0,063	0,066	0,066	0,063	0,060	0,056	0,056	0,058	0,061	0,058	0,055	0,056
D11	0,439	0,469	0,565	0,568	0,563	0,602	0,704	0,372	0,216	0,265	0,318	0,441
D12	0,560	0,566	0,576	0,573	0,546	0,489	0,494	0,507	0,518	0,543	0,568	0,568
D13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D14	0,002	0,003	0,000	0,000	0,003	0,005	0,002	0,002	0,030	0,019	0,000	0,000
D15	0,496	0,452	0,483	0,471	0,463	0,469	0,427	0,420	0,395	0,419	0,452	0,409
Nov oGa ma	0,158	0,118	0,147	0,135	0,128	0,134	0,096	0,089	0,066	0,087	0,117	0,079
S1	0,957	0,974	1,115	1,037	1,001	1,009	1,032	1,065	1,043	0,984	1,015	0,960
S2	0,293	0,347	0,213	0,279	0,292	0,243	0,158	0,577	0,695	0,554	0,483	0,326
S3	0,897	0,936	0,838	0,803	0,808	0,798	0,797	0,761	0,648	0,656	0,781	0,709
S4	0,348	0,370	0,381	0,356	0,383	0,394	0,417	0,424	0,444	0,427	0,406	0,381
S5	0,006	0,016	0,036	0,011	0,009	0,027	0,055	0,067	0,045	0,050	0,047	0,042
S6	0,124	0,130	0,122	0,125	0,125	0,127	0,122	0,190	0,213	0,132	0,118	0,113
S7	0,166	0,179	0,154	0,205	0,199	0,196	0,184	0,180	0,171	0,182	0,187	0,191
S8	0,049	0,050	0,050	0,050	0,050	0,052	0,052	0,052	0,053	0,050	0,050	0,052
S9	0,035	0,039	0,044	0,044	0,035	0,014	0,020	0,019	0,022	0,017	0,013	0,013
P1	0,386	0,387	0,397	0,383	0,391	0,375	0,397	0,420	0,409	0,403	0,405	0,398
P2	0,078	0,077	0,082	0,075	0,086	0,085	0,127	0,127	0,127	0,104	0,088	0,083
P3	0,163	0,169	0,160	0,154	0,162	0,160	0,155	0,165	0,146	0,152	0,174	0,162
P4	0,067	0,061	0,066	0,058	0,058	0,060	0,080	0,099	0,094	0,082	0,060	0,066
P5	0,094	0,108	0,116	0,094	0,108	0,118	0,089	0,066	0,077	0,069	0,086	0,074
P6	0,036	0,038	0,036	0,035	0,035	0,033	0,036	0,035	0,041	0,036	0,036	0,038

Tendo os resultados de vazões exigidas a cada ponto, foi possível suprir o programa com as informações necessárias para os cálculos de equilíbrio hídrico. Com as iterações do programa, adquiriu-se como resultado os valores dispostos na tabela presente no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. Desses resultados, destacaram-se aqui alguns dados importantes para que se pudesse realizar o comparativo com a situação atual do sistema, como mostram a Tabela 7.10 e Tabela 7.11.

**Tabela 7.10 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Demanda.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) - Referência	Frequência abaixo da demanda (%) - Referência	Volume acumulado dos déficits (Mm³) - Referência	Vazão média fornecida (m³/s) - Referência
B1	3	5,77	1,640	0,160	1	1,28	0,205	0,103
D1	0	0,00	0,000	0,192	0	0,00	0,000	0,122
D10	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,038
D11	0	0,00	0,000	0,460	0	0,00	0,000	0,293
D12	0	0,00	0,000	0,542	0	0,00	0,000	0,346
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	1	0,96	0,095	0,005	1	0,32	0,037	0,003
D15	0	0,00	0,000	0,446	0	0,00	0,000	0,285
D2	0	0,00	0,000	2,758	0	0,00	0,000	1,758
D3	0	0,00	0,000	0,719	0	0,00	0,000	0,458
D4	0	0,00	0,000	0,267	0	0,00	0,000	0,170
D5	0	0,00	0,000	0,266	0	0,00	0,000	0,170
D6	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,038
D7	0	0,00	0,000	0,132	0	0,00	0,000	0,084
D8	0	0,00	0,000	0,428	0	0,00	0,000	0,273
D9	0	0,00	0,000	0,294	0	0,00	0,000	0,188
DemFict	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
Dreno 1	312	100,00	8071208,00	156,292	312	100,00	8070628,5	157,005
Dreno 2	312	100,00	8199326,00	0,046	312	100,00	8199301,0	0,077
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	6,73	26,506	0,638	3	5,77	17,382	0,649
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
NovoGama	0	0,00	0,000	0,113	0	0,00	0,000	0,080
P1	0	0,00	0,000	0,396	0	0,00	0,000	0,252
P2	0	0,00	0,000	0,095	0	0,00	0,000	0,060
P3	10	39,42	12,964	0,144	6	10,90	1,524	0,100
P4	0	0,00	0,000	0,071	0	0,00	0,000	0,045
P5	5	4,81	0,447	0,091	0	0,00	0,000	0,058
P6	0	0,00	0,000	0,036	0	0,00	0,000	0,023
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	1	0,32	0,373	1,016	0	0,00	0,000	0,648
S2	1	0,64	1,884	0,369	0	0,00	0,000	0,237
S3	4	1,28	6,391	0,778	0	0,00	0,000	0,501
S4	5	1,60	5,374	0,388	0	0,00	0,000	0,251
S5	5	1,60	0,660	0,033	0	0,00	0,000	0,022

S6	2	4,49	1,028	0,135	1	0,32	0,092	0,087
S7	4	1,28	1,921	0,180	0	0,00	0,000	0,117
S8	0	0,00	0,000	0,051	0	0,00	0,000	0,032
S9	0	0,00	0,000	0,026	0	0,00	0,000	0,017

**Tabela 7.11 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – Referência	Frequência abaixo do volume meta (%) – Referência
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	25,32	6	12,82
PARANOÁ	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	21	45,83	8	17,31

Assim como se percebeu pelo cenário simulado de 2025, grandes reduções de abastecimento surgiram principalmente no Sistema Santa Maria/Torto. Ademais, a análise mostrou significativas reduções da quantidade armazenada pelos reservatórios, justamente por esses trabalharem para garantir o abastecimento exigido pelas regiões de demanda.

Pelo estudo dos dados apresentados, verificaram intensas quedas nos volumes meta estipulados para cada reservatório do sistema. Tanto para o Lago Descoberto, o qual apresentou aumento de 97,5% na sua frequência abaixo do nível estipulado aceitável, quanto para o Lago Santa Maria, cuja frequência de baixas na demanda mais que triplicou. Isso é justificável em vista da maior exigência que o sistema impõe sobre esses mananciais, demandando desses corpos hídricos uma redução no armazenamento para que se conseguisse o suprimento do abastecimento.

Conquanto os reservatórios terem sofrido reduções em seu volume acumulado, elevações nas frequências de falha das demandas não foram evitadas. Começando pelo agrupamento mais afetado, perceberam-se significativas falhas no atendimento da região abastecida pelo manancial Cabeça de Veado, representado pelo nó S6. Assim, como ocorreu na situação anterior, essa região foi a que mais sofreu aumento em sua frequência de queda na demanda passando de 0,32% para 4,49%. Todavia, diferente do que se percebeu no cenário de 2025, o Lago Santa Maria não foi capaz de suprir todo o acréscimo nas exigências de seu sistema.

Notou-se que as regiões representativas da Asa Sul, do Lago Sul, Jardim Botânico, SMDB, Paranoá e Itapoã (simbolizadas pelas demandas S3, S4, S5, S6 e S7), que já apresentaram faltas

de atendimento com o cenário anterior, sofreram notáveis elevações em suas falhas nessa nova hipótese. Em especial, destacam-se as significativas perdas nas regiões do Lago Sul, Jardim Botânico e SMDB (representadas pelos nós S4 e S5), as quais atingiram valores de 1,6%, quase seis vezes maior que o apresentado na projeção de 2025. Ademais, grande importância deve ser dada ao aumento de quatro vezes no percentual de não atendimento para as demandas representativas da Asa Sul e Paranoá e Itapoã (caracterizadas pelos nós S3 e S7), passando de 0,32%, na simulação anterior, para 1,28% no cenário aqui estimado.

Entretanto, não só as regiões já impactadas na simulação anterior apresentaram reduções em seu atendimento, quedas também aparecerem nas outras demandas alimentadas pelo Reservatório Santa Maria. Os nós S1 e S2 – que têm Lago Norte, Asa Norte, Cruzeiro e Sudoeste como principais RAs – sofreram diminuição em seu abastecimento, apresentando percentual de falhas elevado para 0,32% e 0,64%, respectivamente.

Seguindo a mesma tendência da situação representativa de 2025, o Sistema Sobradinho/Planaltina foi o segundo mais afetado pelo aumento demográfico. Para o cenário característico de 2035, os pontos que sofreram falhas no atendimento também foram os referentes a Sobradinho nas captações do Rio Contagem e Paranoazinho (P3) e do Rio Corguinho (P5). Para a primeira demanda, a queda na alimentação foi mais crítica, apresentado frequência de baixa de 39,42% ante 10,9% no cenário atual. Já para o segundo ponto a frequência abaixo da demanda foi mais reduzida, mas o aumento quanto à simulação de 2025 foi notável, passando de 2,56% para 4,81%, quase duplicando seu valor.

Quanto ao Sistema Descoberto, como o reservatório é maior que o de Santa Maria, sua capacidade de acobertar variações de demanda também é mais elevada. Por conta disso, o atendimento das exigências ainda foi garantido em todos os nós que captam do Lago Descoberto. O sistema apenas apresentou apenas um pequeno acréscimo na frequência abaixo da demanda do ponto referente à captação do Gama no Rio Ponte de Terra (D14), que passou de um percentual de 0,32%, no cenário presente, para 0,96%.

Como demonstrado no cenário anterior, o Sistema Brazlândia, que já sofria de uma baixa de 1,26% em seu atendimento, apresentou relativa elevação de sua frequência abaixo da demanda, passando para um percentual de 5,77%.

Por não haver acréscimos nas vazões exigidas por irrigação nos sistemas, as demandas representativas quase não aumentaram suas falhas. A única que apresentou elevação, ainda que

discreta, foi a irrigação que retira água do Rio Pipiripau (a qual já possuía uma frequência de não atendimento de 5,77%), possuindo 6,73% de índice de quedas de abastecimento.

### 7.3 SIMULAÇÕES COM REFORÇO DO LAGO PARANOÁ, DESCOBERTO E CORUMBÁ IV

A partir dos resultados encontrados na etapa anterior, objetivou-se encontrar alternativas de abastecimento das demandas regionais para que as falhas fossem erradicadas. Para tanto, as unidades hidrológicas que serviram de subsidiárias para tal operação foram: o Lago Paranoá, Lago Descoberto e Corumbá. Esses corpos hídricos tiveram suas vazões distribuídas para reforçar os sistemas que apresentaram quedas em seu fornecimento de água.

Além disso, esta fase constituiu em incluir o nó de demanda de São Sebastião – hoje abastecido por sistema de poços –, usando o Lago Paranoá para sua captação.

#### 7.3.1 INCLUSÃO DA DEMANDA DE SÃO SEBASTIÃO

Para a consideração da vazão média consumida pela RA de São Sebastião, usaram-se dados referentes ao volume total consumido no ano de 2010 pela região, disponibilizados pela CAESB. A partir desses valores, dividiu-se o quantitativo volumétrico de água pelo tempo (em segundos) referente a esse consumo e, como resultado, obteve-se a demanda média anual para essa localidade. A equação seguinte descreve o método utilizado para o cálculo:

$$Vazão = \frac{Volume Consumido}{Tempo de Consumo} = \frac{Volume}{86.400 \times 365} \quad \text{Eq. 7.4}$$

Pela Tabela 7.12, descrevem-se o volume demandado por São Sebastião, segundo as medições da CAESB, e a respectiva demanda média calculada a partir dele.

**Tabela 7.12 – Descrição do Volume Consumido e da Demanda Média de São Sebastião.**

Volume Consumido em 2010 (m <sup>3</sup> )	Demanda Média Anual (m <sup>3</sup> /s)
5.653.996	0,17929

Como já detalhado neste relatório, o programa AcquaNet demanda, em sua alimentação, dados de necessidades hídricas distribuídos mês a mês ao longo do ano. Conforme já explicado em seções anteriores, este estudo adotou a aproximação dessa distribuição pelo cálculo da curva normal das localidades. Assim como feito para a distribuição da exigência de Novo Gama, aqui se considerou uma região de dados conhecidos para servir como base para essa normalização.



Pela proximidade geográfica e a similaridade de condições demográficas, considerou-se a distribuição de vazões dada pelo nó representativo da região do Paranoá que capta do Rio Taquari (representado pelo nó S9) como subsidiária aos cálculos. Sua média e desvio padrão foram computados e utilizados para determinar a curva normal da demanda dessa região. E, a partir dela, substituíram-se os valores de demanda média e do desvio padrão para São Sebastião, a fim de encontrar a distribuição de vazões almejada. As Tabelas 7.13 e

Tabela 7.14 demonstram os parâmetros considerados e a distribuição de vazões calculada, respectivamente.

**Tabela 7.13 – Descrição dos Parâmetros das Curvas Normalizadas.**

Demanda	Vazão média (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão
S 9	0,0167	0,007785
São Sebastião	0,17929	0,007785

**Tabela 7.14 – Descrição da Demanda Distribuída para São Sebastião.**

Série de Demandas de São Sebastião (m <sup>3</sup> /s)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
0,185	0,188	0,191	0,191	0,185	0,172	0,176	0,175	0,177	0,174	0,171	0,171

### 7.3.2 REFORÇO DOS RESERVATÓRIOS

A metodologia para abordar a questão dos reforços em cada nó que sofreu baixas no abastecimento consistiu em analisar o quantitativo de falhas apresentado, retirá-lo da distribuição original e alocá-lo como uma captação contínua no reservatório planejado.

Para tanto, foram retiradas dos resultados da modelagem realizada na simulação anterior (cenários de 2025 e 2035) as máximas quedas no abastecimento para cada ponto em questão. A partir dessa falha máxima, partiu-se por dois caminhos. O primeiro consistiu em retirar da distribuição de vazões o valor da falha em questão. E, em seguida, alocou-se essa baixa como um novo ponto de demanda contínua nos reservatórios que serviram de reforço.

### 7.3.3 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025

Para a realização dessa simulação, partiu-se do cenário modelado na simulação anterior, mas com as alterações descritas anteriormente. Como o objetivo dessa etapa foi analisar o

comportamento da rede num cenário fictício de 2025, a série distribuída de vazões de São Sebastião necessitou de alterações para adequar-se à situação considerada.

Para o cálculo das vazões futuras da RA em questão, utilizou-se o mesmo método descrito na seção anterior para incluir a influência do aumento populacional no consumo da região. Vale destacar que, como faz parte da região do Distrito Federal, a taxa de crescimento demográfico de São Sebastião foi aproximada para o valor apresentado por todo o DF, apresentada na Tabela 7.5. Pela Tabela 7.15, descreve-se a demanda distribuída já atualizada para essa situação futura.

**Tabela 7.15 – Descrição da Demanda Futura de São Sebastião do Cenário 2025.**

Série de Demanda 2025 (m <sup>3</sup> /s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SSe bas t	0,252	0,256	0,261	0,261	0,252	0,235	0,240	0,239	0,241	0,237	0,233	0,233

Ademais, realizando o método descrito anteriormente para a consideração dos reforços, os valores encontrados para as quedas máximas de abastecimento e demandas alteradas pela retirada das falhas são apresentados na Tabela 7.16 e Tabela 7.17, respectivamente.

**Tabela 7.16 – Descrição das Falhas Máximas para os Nós que Sofreram Falta no Abastecimento.**

Demanda	Máxima Falha (m <sup>3</sup> /s)	Mês de Maior Falha
B1	0,082	Outubro
D14	0,021	Setembro
P3	0,084	Setembro
P5	0,013	Junho
S3	0,199	Dezembro
S4	0,332	Dezembro
S5	0,037	Dezembro
S6	0,085	Setembro
S7	0,167	Dezembro

**Tabela 7.17 – Demandas Alteradas com a Retirada das Falhas Máximas.**

Série de Demanda 2025 (m <sup>3</sup> /s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B1	0,055	0,055	0,059	0,055	0,056	0,056	0,059	0,063	0,06	0,061	0,067	0,061
D14	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	0,005	-0,01	-0,02	-0,02
P3	0,058	0,064	0,055	0,05	0,057	0,055	0,051	0,059	0,043	0,049	0,068	0,057
P5	0,069	0,081	0,088	0,069	0,081	0,089	0,065	0,044	0,054	0,047	0,062	0,051
S3	0,583	0,617	0,531	0,501	0,505	0,497	0,495	0,464	0,365	0,372	0,482	0,419
S4	-0,03	-0,01	0	-0,02	0,001	0,011	0,032	0,037	0,055	0,04	0,022	0
S5	-0,03	-0,02	-0,01	-0,03	-0,03	-0,01	0,011	0,022	0,003	0,007	0,004	0
S6	0,023	0,028	0,022	0,024	0,024	0,026	0,022	0,08	0,101	0,03	0,017	0,013

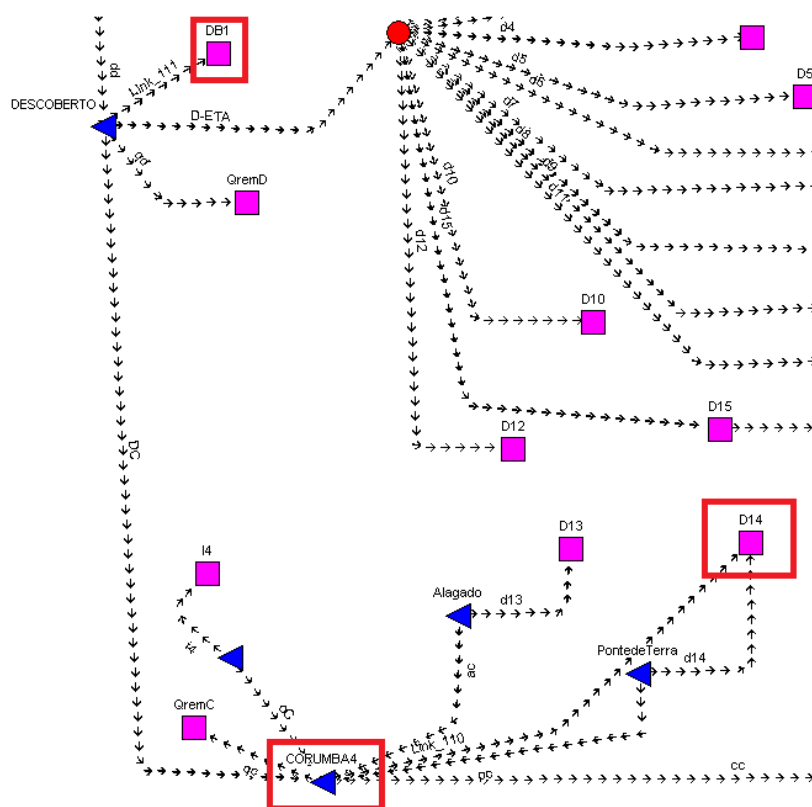
S7	-0,02	-0,01	-0,03	0,012	0,007	0,004	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	0
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Nota-se, portanto, pelos resultados obtidos para as demandas alteradas que certas falhas de abastecimento atingiram valores maiores do que os demandados por alguns meses do ano nos pontos de demanda D14 (representante da captação do Gama no Rio Ponte de Terra) e a maioria das demandas do sistema Santa Maria/Torto. Isso fez com que surgissem valores negativos nas vazões alteradas.

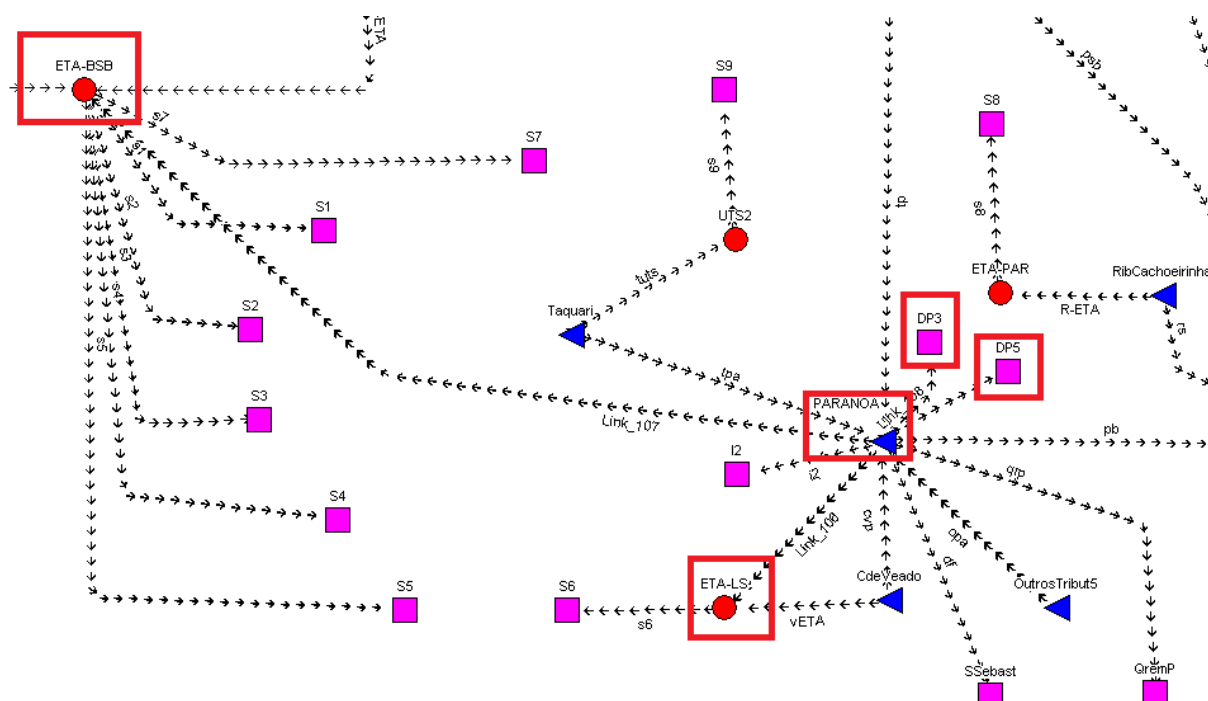
Para contornar esse problema, em vez de reforçar o abastecimento dessas regiões com a retirada de suas falhas, adotou-se uma ligação direta entre o reservatório de apoio e o ponto a ser reforçado. Com isso, o próprio programa foi o responsável por melhor alocar os recursos em cada ponto de captação.

Ao final, criaram-se pontos de demanda com as falhas apresentadas pelos pontos P3 (Sobradinho captando de Contagem e Paranoazinho), P5 (Sobradinho captando do Rio Corguinho) e B1 (representando Brazlândia). E novas ligações foram feitas entre o Lago Paranoá e as ETAs Brasília e Lago Sul, e entre Corumbá IV e o ponto D14.

As Figura 7.2 e Figura 7.3 demonstram as alterações feitas na topologia do programa.



**Figura 7.2 – Representação dos Reforços do Descoberto e de Corumbá IV.**



**Figura 7.3 – Representação do Reforço do Lago Paranoá.**

Vale reforçar que os pontos DB1, DP3 e DP5 foram alimentados com uma demanda contínua de valor igual ao apresentado pelas falhas máximas dos pontos B1, P3 e P5 – apresentadas na Tabela 7.16 –, respectivamente.

Os resultados completos dessa simulação estão dispostos no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. A partir deles, destacaram-se alguns valores para permitir o comparativo com resultados apresentados na seção anterior (simulação do aumento populacional do cenário de referência). Esse comparativo é apresentado na Tabela 7.18 e Tabela 7.19.

**Tabela 7.18 – Comparativo com o Cenário de 2025 sem Reforço.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequência abaixo da demanda (%) – 2025 sem Reforço	Volume acumulado dos déficits (Mm³) – 2025 sem Reforço	Vazão média fornecida (m³/s) – 2025 sem Reforço
B1	0	0,00	0,000	0,059	3	3,53	0,886	0,140
D1	0	0,00	0,000	0,167	0	0,00	0,000	0,167
D10	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,052

D11	0	0,00	0,000	0,401	0	0,00	0,000	0,401
D12	0	0,00	0,000	0,472	0	0,00	0,000	0,472
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	1	0,64	0,068	0,005
D15	0	0,00	0,000	0,389	0	0,00	0,000	0,389
D2	0	0,00	0,000	2,403	0	0,00	0,000	2,403
D3	0	0,00	0,000	0,627	0	0,00	0,000	0,627
D4	0	0,00	0,000	0,233	0	0,00	0,000	0,233
D5	0	0,00	0,000	0,232	0	0,00	0,000	0,232
D6	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,052
D7	0	0,00	0,000	0,115	0	0,00	0,000	0,115
D8	0	0,00	0,000	0,373	0	0,00	0,000	0,373
D9	0	0,00	0,000	0,256	0	0,00	0,000	0,256
DB1	0	0,00	0,000	0,082	-	-	-	-
DP3	0	0,00	0,000	0,084	-	-	-	-
DP5	0	0,00	0,000	0,013	-	-	-	-
Dreno 1	312	100,00	8071084,50	156,445	312	100,00	8071005,0	156,540
Dreno 2	312	100,00	8199292,00	0,092	312	100,00	8199318,5	0,057
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	6,41	23,042	0,642	3	6,41	23,042	0,642
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
NovoGama	0	0,00	0,000	0,102	0	0,00	0,000	0,102
P1	0	0,00	0,000	0,345	0	0,00	0,000	0,345
P2	0	0,00	0,000	0,083	0	0,00	0,000	0,083
P3	0	0,00	0,000	0,056	8	27,24	7,198	0,131
P4	0	0,00	0,000	0,062	0	0,00	0,000	0,062
P5	0	0,00	0,000	0,067	2	2,56	0,139	0,079
P6	0	0,00	0,000	0,031	0	0,00	0,000	0,031
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0	0,00	0,000	0,885
S2	0	0,00	0,000	0,324	0	0,00	0,000	0,324
S3	0	0,00	0,000	0,685	1	0,32	0,523	0,684
S4	0	0,00	0,000	0,343	1	0,32	0,872	0,342
S5	0	0,00	0,000	0,030	1	0,32	0,097	0,030
S6	0	0,00	0,000	0,119	2	1,92	0,389	0,119
S7	0	0,00	0,000	0,160	1	0,32	0,439	0,159
S8	0	0,00	0,000	0,044	0	0,00	0,000	0,044
S9	0	0,00	0,000	0,023	0	0,00	0,000	0,023
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	-	-	-	-

**Tabela 7.19 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2025 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	19,23	7	19,23
PARANOÁ	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	10	32,05

Percebe-se, a partir dos valores resultantes, uma drástica redução em todas as frequências abaixo da demanda de abastecimento que se mostravam nos nós representativos do consumo humano de água. Os principais sistemas afetados pelo aumento de demanda por conta do aumento populacional – Santa Maria/Torto e Planaltina – tiveram suas falhas zeradas depois de adotado o reforço planejado.

Outra diferença significativa surgiu nas quedas do volume meta no Lago Santa Maria. Como o Lago Paranoá foi instituído para aliviar a exigência sobre aquele reservatório, as baixas no nível mínimo adotado ao Lago Santa Maria foram erradicadas. Essa redução não apareceu no Lago Descoberto justamente por sua exigência ter sido mantida nas duas modelagens. Por conta disso, suas baixas no nível mínimo se mantiveram constantes. É importante comentar também que tanto o Lago Corumbá IV quanto o Lago Paranoá, mesmo servindo como fontes do reforço, não possuíram queda em seu volume meta instituído.

Além disso, vale destacar que como as demandas de abastecimento não tiveram alteração em sua exigência de água, tampouco sofreram reforço em sua alimentação. Por esse motivo que as falhas na demanda representativa do consumo por irrigação captando do Pípiripau (I3) mantiveram constantes.

### 7.3.4 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035

Como realizado na etapa anterior, a exigência hídrica da RA de São Sebastião necessitou de atualização para se adaptar à situação demográfica de 2035. Seguindo o mesmo método apresentado naquela seção, encontrou-se a distribuição de demandas descrita na Tabela 7.20.

**Tabela 7.20 – Descrição da Demanda Futura de São Sebastião do Cenário 2035.**

Série de Demanda 2035 (m <sup>3</sup> /s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SSe bas t	0,290	0,294	0,299	0,299	0,290	0,269	0,275	0,274	0,277	0,272	0,268	0,268

A par disso, realizando o método descrito anteriormente para a consideração dos reforços, os valores encontrados para as quedas máximas de abastecimento e demandas alteradas pela retirada das falhas são apresentados na Tabela 7.21 e Tabela 7.22, respectivamente.

**Tabela 7.21 – Descrição das Falhas Máximas para os Nós que Sofreram Falta no Abastecimento.**

Demanda	Máxima Falha (m <sup>3</sup> /s)	Mês de Maior Falha
B1	0,104	Outubro
P3	0,103	Setembro
P5	0,029	Junho

**Tabela 7.22 – Demandas Alteradas com a Retirada das Falhas Máximas.**

Série de Demanda 2035 (m <sup>3</sup> /s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B1	0,053	0,053	0,058	0,053	0,054	0,054	0,058	0,062	0,059	0,061	0,067	0,061
P3	0,06	0,066	0,057	0,051	0,059	0,057	0,052	0,062	0,043	0,049	0,071	0,059
P5	0,065	0,079	0,087	0,065	0,079	0,089	0,06	0,037	0,048	0,04	0,057	0,045

Como relatado para o cenário de reforços para a situação hipotética de 2025, as falhas apresentadas por esses pontos foram alocadas em demandas contínuas nos respectivos reservatórios subsidiários. Os demais pontos que sofreram baixas em seus abastecimentos obtiveram reforço por ligações diretas. Situação representada pela Figura 7.2 e Figura 7.3.

Dito isso, nas Tabela 7.23 e Tabela 7.24, são apresentados os resultados destacados da tabela completa disposta no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES.

**Tabela 7.23 – Comparativo com o Cenário de 2035 sem Reforço.**

Dema nda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequênc ia abaixo da demand a (%) - 2035 sem Reforço	Volume acumulad o dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) - 2035 sem Reforço	Vazão média fornecid a (m <sup>3</sup> /s) - 2035 sem Reforço
B1	0	0,00	0,000	0,058	3	5,77	1,640	0,160
D1	0	0,00	0,000	0,192	0	0,00	0,000	0,192
D10	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
D11	0	0,00	0,000	0,460	0	0,00	0,000	0,460
D12	0	0,00	0,000	0,542	0	0,00	0,000	0,542
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	1	0,96	0,095	0,005
D15	0	0,00	0,000	0,446	0	0,00	0,000	0,446
D2	0	0,00	0,000	2,758	0	0,00	0,000	2,758
D3	0	0,00	0,000	0,719	0	0,00	0,000	0,719
D4	0	0,00	0,000	0,267	0	0,00	0,000	0,267
D5	0	0,00	0,000	0,266	0	0,00	0,000	0,266
D6	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
D7	0	0,00	0,000	0,132	0	0,00	0,000	0,132
D8	0	0,00	0,000	0,428	0	0,00	0,000	0,428
D9	0	0,00	0,000	0,294	0	0,00	0,000	0,294
DB1	0	0,00	0,000	0,104	-	-	-	-
DP3	0	0,00	0,000	0,103	-	-	-	-
DP5	0	0,00	0,000	0,029	-	-	-	-
Dreno 1	312	100,00	8071315,00	156,168	312	100,00	8071208,0	156,292
Dreno 2	312	100,00	8199292,00	0,092	312	100,00	8199326,0	0,046
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	6,73	26,506	0,638	3	6,73	26,506	0,638
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,113	0	0,00	0,000	0,113
P1	0	0,00	0,000	0,396	0	0,00	0,000	0,396
P2	0	0,00	0,000	0,095	0	0,00	0,000	0,095
P3	0	0,00	0,000	0,057	10	39,42	12,964	0,144



P4	0	0,00	0,000	0,071	0	0,00	0,000	0,071
P5	0	0,00	0,000	0,063	5	4,81	0,447	0,091
P6	0	0,00	0,000	0,036	0	0,00	0,000	0,036
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1	0,32	0,373	1,016
S2	0	0,00	0,000	0,372	1	0,64	1,884	0,369
S3	0	0,00	0,000	0,786	4	1,28	6,391	0,778
S4	0	0,00	0,000	0,394	5	1,60	5,374	0,388
S5	0	0,00	0,000	0,034	5	1,60	0,660	0,033
S6	0	0,00	0,000	0,137	2	4,49	1,028	0,135
S7	0	0,00	0,000	0,183	4	1,28	1,921	0,180
S8	0	0,00	0,000	0,051	0	0,00	0,000	0,051
S9	0	0,00	0,000	0,026	0	0,00	0,000	0,026
SSeba st	0	0,00	0,000	0,281	-	-	-	-

**Tabela 7.24 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2035 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	25,32	7	25,32
PARANOA	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	21	45,83

Pelos resultados acima apresentados, percebem-se as mesmas conclusões descritas no cenário anterior. Mesmo com o aumento populacional previsto para o ano de 2035, as situações de reforço se mostraram eficientes e conseguiram subsidiar o abastecimento das regiões impactadas pelo aumento do consumo, evitando com que falhas no fornecimento surgissem.

Como comentado anteriormente, não se alterou a distribuição da demanda de irrigações, muito menos foi projetado um esquema de reforço a elas. Por esse motivo, o nó representativo I3 permaneceu com o mesmo quantitativo de frequência abaixo da exigência.

Além disso, o reservatório de Santa Maria novamente apresentou significativa baixa em seu deplecionamento do volume meta com a intervenção proposta. Como não se previu alívio ao

fornecimento presente no Lago Descoberto, essa redução não se fez presente nesse corpo hídrico. Por fim, aqui também se percebe a ausência de impacto nos volumes meta do Lago Paranoá e da Represa de Corumbá IV, mesmo com a imposição do reforço desses mananciais.

## 7.4 SIMULAÇÕES DE ABASTECIMENTO FUTURO DA RIDE DF

Analizadas as influências do aumento demográfico na rede em estudo e o impacto de alternativas de intervenção no sistema de abastecimento no DF, partiu-se para estudar essas influências numa futura rede cooperativa com municípios dentro da RIDE DF.

Nesta etapa do estudo, utilizaram-se dados disponibilizados por participantes do Projeto RIDes – coletados junto à CAESB e à SANEAGO (Companhia de Saneamento de Goiás) – e pelo PGIRH (2012) para subsidiar os cálculos necessários para a alimentação do programa. Além disso, a equipe do Projeto RIDes foi consultada em relação à melhor conformação para a estrutura da rede e a quais municípios do entorno seriam considerados na modelagem.

Como conclusão das propostas, foram consideradas na rede estudada a captação exigida pelas cidades goianas de Luziânia, Cidade Ocidental, Valparaíso, Santo Antônio do Descoberto, Cocalzinho (cujo maior distrito é denominado Girassol) e Águas Lindas. Vale ressaltar que Novo Gama também foi considerado, entretanto, como ele já se encontrava no modelo de rede do DF, sua demanda apenas foi atualizada e remanejada para a captação de Corumbá IV.

### 7.4.1 CÁLCULO DAS DEMANDAS DE CADA MUNICÍPIO

O método para determinar a exigência de cada município por abastecimento humano foi o mesmo utilizado quando se computou a demanda exigida por São Sebastião na seção anterior. A Tabela 7.25 apresenta os valores dos respectivos volumes consumidos pelas localidades e a demanda média anual para esses pontos.

**Tabela 7.25 – Descrição do Volume Consumido e da Demanda Média de São Sebastião.**

Município	Volume Consumido em 2010 (m <sup>3</sup> )	Demanda Média Anual (m <sup>3</sup> /s)
Cocalzinho	26.215*	0,010114
Águas Lindas	510.357*	0,196897
Santo Antônio do Descoberto	2.677.041	0,084888
Novo Gama	5.027.288	0,159414
Valparaíso	7.180.425	0,22769
Cidade Ocidental	3.868.231	0,122661
Luziânia	1.655.835*	0,638825

Fonte: PGIRH, 2012.

\*Os volumes destacados foram retirados de dados disponibilizados pela SANEAGO cujos dados vieram de medições de volumes consumidos em um mês. Por isso, a equação utilizada para a determinação das referidas demandas foi a que se segue:

$$Vazão = \frac{Volume Consumido}{Tempo de Consumo} = \frac{Volume}{86.400 \times 30} \quad \text{Eq. 7.5}$$

Com relação à normalização necessária para distribuir as demandas médias em cada mês para alimentar o programa, a região que serviu como base para esse processo às cidades goianas foi a parte do Gama que capta água do Lago Descoberto (representada pelo nó D12). Sua proximidade das regiões e a captação da região dentro da mesma bacia hidrográfica da represa do Corumbá foram determinantes para a adoção dessa aproximação.

A Tabela 7.26 e a Tabela 7.27 apresenta a disposição dos parâmetros utilizados e a distribuição resultante para cada cidade, respectivamente.

**Tabela 7.26 – Descrição dos Parâmetros das Curvas Normalizadas.**

Demanda	Vazão média (m³/s)	Desvio Padrão
D 12	0,345667	0,020371
Cocalzinho	0,010114	0,005
Águas Lindas	0,196897	0,020371
Santo Antônio do Descoberto	0,084888	0,020371
Novo Gama	0,159414	0,020371
Valparaíso	0,22769	0,020371
Cidade Ocidental	0,122661	0,020371
Luziânia	0,638825	0,020371

**Tabela 7.27 – Descrição das Demandas Distribuídas.**

Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cocalzinho	0,013	0,014	0,015	0,015	0,011	0,002	0,003	0,005	0,006	0,010	0,014	0,014
Águas Lindas	0,208	0,212	0,218	0,216	0,199	0,163	0,166	0,174	0,181	0,197	0,213	0,213
S <sup>to</sup> . Ant <sup>o</sup> . Descoberto	0,096	0,100	0,106	0,104	0,087	0,051	0,054	0,062	0,069	0,085	0,101	0,101
Novo Gama	0,171	0,175	0,181	0,179	0,162	0,126	0,129	0,137	0,144	0,160	0,176	0,176
Valparaíso	0,239	0,243	0,249	0,247	0,230	0,194	0,197	0,205	0,212	0,228	0,244	0,244

Cid. Ocidental	0,134	0,138	0,144	0,142	0,125	0,089	0,092	0,100	0,107	0,123	0,139	0,139
Luziânia	0,650	0,654	0,660	0,658	0,641	0,605	0,608	0,616	0,623	0,639	0,655	0,655

É importante destacar que o desvio padrão da cidade de Cocalzinho necessitou de ser alterado para impedir que vazões negativas aparecessem na distribuição.

#### 7.4.2 ALOCAÇÃO DAS DEMANDAS NA REDE SIMULADA

Como dito anteriormente, as cidades goianas consideradas nessa modelagem da RIDE DF foram representadas como pontos de demanda no programa. A alimentação de cada demanda seguiu os padrões da de um ponto consumidor da modelagem original. Dessa forma, a prioridade em seu abastecimento foi estabelecida com o valor de 4 e nada foi considerado como vazão natural. É importante frisar que as vazões de esgoto não foram consideradas para esses pontos. Portanto, toda a água distribuída a eles é consumida e não retorna ao sistema.

Seguindo as recomendações de agentes do Projeto RIDEs, a disposição desses pontos de demanda nos respectivos pontos de captação foi feita conforme descrito na Tabela 7.28.

**Tabela 7.28 – Distribuição das Demandas da RIDE DF.**

Captação	Demanda	Grupamentos Urbanos
Rio Descoberto	ALindas	Águas Lindas
Barragem Descoberto	SADescob	Santo Antônio do Descoberto
Barragem Descoberto	CocalGirassol	Cocalzinho (incluindo Girassol)
Represa de Corumbá IV	D 15	Santa Maria
Represa de Corumbá IV	D 12	Gama 1
Represa de Corumbá IV	NovoGama	Novo Gama
Represa de Corumbá IV	Luziania	Luziânia
Represa de Corumbá IV	COcid	Cidade Ocidental
Represa de Corumbá IV	Valp	Valparaíso

A topologia representativa do abastecimento compartilhado da RIDE DF é apresentada na Figura 7.4.



### 7.4.3 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025

Com essas considerações realizadas, a simulação dessa etapa consistiu em analisar o impacto da inclusão dos municípios do entorno do DF num cenário futuro de 2025. Para que fosse possível essa análise, as séries distribuídas de vazões dos municípios adicionados sofreram atualizações.

Para o cálculo dessas vazões futuras, utilizaram-se as taxas de crescimento apresentadas na Tabela 7.5. O método de cálculo foi semelhante ao adotado nas simulações de crescimento populacional anteriormente especificadas. Pela Tabela 7.15, descrevem-se as demandas distribuídas já atualizadas para essa situação futura.

**Tabela 7.29 – Descrição das Demandas Futuras da RIDE DF do Cenário 2025.**

Série de Demandas 2025 (m³/s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Cocalzinho	0,016	0,017	0,019	0,018	0,013	0,002	0,003	0,006	0,008	0,012	0,017	0,017
Alindas	0,291	0,296	0,305	0,302	0,278	0,228	0,232	0,243	0,253	0,275	0,298	0,298
SADescob	0,120	0,125	0,132	0,130	0,108	0,064	0,067	0,077	0,086	0,106	0,126	0,126
NovoGama	0,218	0,224	0,231	0,229	0,207	0,161	0,165	0,175	0,184	0,204	0,225	0,225
Valp	0,322	0,327	0,336	0,333	0,310	0,261	0,265	0,276	0,286	0,307	0,329	0,329
COcid	0,179	0,185	0,193	0,190	0,167	0,119	0,123	0,134	0,143	0,165	0,186	0,186
Luziânia	0,816	0,821	0,828	0,826	0,804	0,759	0,763	0,773	0,782	0,802	0,822	0,822

A partir dessa abordagem, foi possível emular o problema no programa. Por meio dos cálculos realizados na plataforma, conseguiu-se determinar os resultados dispostos na tabela localizada no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. Desses valores, os resultados mais importantes foram destacados e alocados na Tabela 7.30 e na Tabela 7.31.

**Tabela 7.30 – Comparativo com o Cenário de 2025 sem Reforço.**

Dema nda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequênc ia abaixo da demand a (%) – 2025 sem Reforço	Volume acumulad o dos déficits (Mm³) – 2025 sem Reforço	Vazão média fornecid a (m³/s) – 2025 sem Reforço
ALinda s	0	0,00	0,000	0,275	-	-	-	-
B1	0	0,00	0,000	0,059	3	3,53	0,886	0,140
Cocal Girass ol	0	0,00	0,000	0,012	-	-	-	-
COcid	0	0,00	0,000	0,164	-	-	-	-
D1	0	0,00	0,000	0,167	0	0,00	0,000	0,167
D10	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,052
D11	0	0,00	0,000	0,401	0	0,00	0,000	0,401
D12	0	0,00	0,000	0,472	0	0,00	0,000	0,472
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	1	0,64	0,068	0,005
D15	0	0,00	0,000	0,389	0	0,00	0,000	0,389
D2	0	0,00	0,000	2,403	0	0,00	0,000	2,403
D3	0	0,00	0,000	0,627	0	0,00	0,000	0,627
D4	0	0,00	0,000	0,233	0	0,00	0,000	0,233
D5	0	0,00	0,000	0,232	0	0,00	0,000	0,232
D6	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,052
D7	0	0,00	0,000	0,115	0	0,00	0,000	0,115
D8	0	0,00	0,000	0,373	0	0,00	0,000	0,373
D9	0	0,00	0,000	0,256	0	0,00	0,000	0,256
DB1	0	0,00	0,000	0,082	-	-	-	-
DP3	0	0,00	0,000	0,084	-	-	-	-
DP5	0	0,00	0,000	0,013	-	-	-	-
Dreno 1	312	100,00	8072603,50 0	154,596	312	100,00	8071005,0	156,540
Dreno 2	312	100,00	8199292,00 0	0,092	312	100,00	8199318,5	0,057
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	6,41	23,042	0,642	3	6,41	23,042	0,642
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
Luziani a	0	0,00	0,000	0,802	-	-	-	-
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,204	0	0,00	0,000	0,102
P1	0	0,00	0,000	0,345	0	0,00	0,000	0,345
P2	0	0,00	0,000	0,083	0	0,00	0,000	0,083
P3	0	0,00	0,000	0,056	8	27,24	7,198	0,131
P4	0	0,00	0,000	0,062	0	0,00	0,000	0,062
P5	0	0,00	0,000	0,067	2	2,56	0,139	0,079
P6	0	0,00	0,000	0,031	0	0,00	0,000	0,031

Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0	0,00	0,000	0,885
S2	0	0,00	0,000	0,324	0	0,00	0,000	0,324
S3	0	0,00	0,000	0,685	1	0,32	0,523	0,684
S4	0	0,00	0,000	0,343	1	0,32	0,872	0,342
S5	0	0,00	0,000	0,030	1	0,32	0,097	0,030
S6	0	0,00	0,000	0,119	2	1,92	0,389	0,119
S7	0	0,00	0,000	0,160	1	0,32	0,439	0,159
S8	0	0,00	0,000	0,044	0	0,00	0,000	0,044
S9	0	0,00	0,000	0,023	0	0,00	0,000	0,023
SADes cob	0	0,00	0,000	0,106	-	-	-	-
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	-	-	-	-
Valp	0	0,00	0,000	0,307	-	-	-	-

**Tabela 7.31 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2025 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	14,74	7	19,23
PARANOIA	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	10	32,05

Nota-se, a partir dos resultados, que mesmo com o aumento da exigência na rede de fluxo – crescimento demográfico e inclusão das demandas das cidades do entorno – a alternativa de intervenção se mostrou eficiente. Isso foi perceptível na ausência de falhas em todos os pontos de abastecimento.

Ademais, os reservatórios sofreram alívio em seu suprimento dos sistemas de abastecimento. Como ocorrido na modelagem anterior, o Lago Santa Maria teve sua frequência abaixo do volume meta zerada por conta do suporte dado pelo Lago Paranoá ao sistema que aquele manancial abastece. Contudo, diferentemente do que ocorreu nos cenários anteriores, o volume meta do Lago Descoberto sofreu menos reduções (queda de 23,35%). Isso se deu pela retirada



das demandas das regiões do Gama (D12) e Santa Maria (D15) do Sistema do Descoberto, sendo repassadas para o abastecimento pela Represa de Corumbá IV. Com menos demandas sobre o sistema, menos exigência é refletida ao corpo hídrico de captação.

Vale comentar também que as vazões incluídas demandadas pelas cidades do entorno não sofreram quedas no fornecimento de suas exigências. Isso torna a opção de reforço bastante válida para as situações de abastecimento compartilhado.

Por fim, as demandas de irrigação aqui também não sofreram alteração em relação aos outros modelos. Isso gerou uma constância nas quedas de fornecimento dos nós representativos dessas demandas.

#### 7.4.4 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035

Para esse cenário, foi feita a atualização das vazões exigidas pelos pontos acrescentados para uma situação fictícia de crescimento populacional para 2035. O método de cálculo seguiu o mesmo padrão das modelagens similares anteriores. As exigências alimentadas no modelo foram calculadas e dispostas na Tabela 7.32.

**Tabela 7.32 – Descrição das Demandas Futuras da RIDE DF do Cenário 2035.**

Série de Demandas 2035 (m³/s)												
Nó	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Coc alzi nho	0,017	0,018	0,020	0,020	0,014	0,002	0,003	0,006	0,008	0,014	0,019	0,019
ALi nda s	0,329	0,335	0,345	0,341	0,315	0,258	0,262	0,275	0,286	0,311	0,337	0,337
SAD esc ob	0,130	0,136	0,144	0,141	0,118	0,069	0,073	0,084	0,094	0,115	0,137	0,137
Nov o Ga ma	0,241	0,246	0,255	0,252	0,228	0,177	0,181	0,193	0,203	0,225	0,248	0,248
Val p	0,360	0,366	0,376	0,373	0,347	0,293	0,297	0,309	0,320	0,344	0,368	0,368
COc id	0,200	0,206	0,215	0,212	0,187	0,133	0,138	0,150	0,160	0,184	0,208	0,208
Luzi ânia	0,892	0,898	0,906	0,903	0,880	0,831	0,835	0,846	0,855	0,877	0,899	0,899

Com esses dados, a plataforma calculou o equilíbrio hídrico da rede de fluxo e apresentou os resultados dispostos no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. A Tabela 7.33 e a Tabela 7.34 apresentam os resultados mais significativos destacados desse apêndice.

**Tabela 7.33 – Comparativo com o Cenário de 2035 sem Reforço.**

Dema nda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Vazão média fornecida (m³/s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequênc ia abaixo da demand a (%) – 2035 sem Reforço	Volume acumulad o dos déficits (Mm³) - 2035 sem Reforço	Vazão média fornecid a (m³/s) - 2035 sem Reforço
ALinda s	0	0,00	0,000	0,311	-	-	-	-
B1	0	0,00	0,000	0,058	3	5,77	1,640	0,160
Cocal Girass ol	0	0,00	0,000	0,013	0	0,00	0,000	0,192
COcid	0	0,00	0,000	0,183	0	0,00	0,000	0,060
D1	0	0,00	0,000	0,192	0	0,00	0,000	0,192
D10	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
D11	0	0,00	0,000	0,460	0	0,00	0,000	0,460
D12	0	0,00	0,000	0,542	0	0,00	0,000	0,542
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	1	0,96	0,095	0,005
D15	0	0,00	0,000	0,446	0	0,00	0,000	0,446
D2	0	0,00	0,000	2,758	0	0,00	0,000	2,758
D3	0	0,00	0,000	0,719	0	0,00	0,000	0,719
D4	0	0,00	0,000	0,267	0	0,00	0,000	0,267
D5	0	0,00	0,000	0,266	0	0,00	0,000	0,266
D6	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
D7	0	0,00	0,000	0,132	0	0,00	0,000	0,132
D8	0	0,00	0,000	0,428	0	0,00	0,000	0,428
D9	0	0,00	0,000	0,294	0	0,00	0,000	0,294
DB1	0	0,00	0,000	0,104	-	-	-	-
DP3	0	0,00	0,000	0,103	-	-	-	-
DP5	0	0,00	0,000	0,029	-	-	-	-
Dreno 1	312	100,00	8072990,50	154,122	312	100,00	8071208,0	156,292
Dreno 2	312	100,00	8199292,00	0,092	312	100,00	8199326,0	0,046
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	6,73	26,506	0,638	3	6,73	26,506	0,638
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
Luziani a	0	0,00	0,000	0,877	-	-	-	-
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,225	0	0,00	0,000	0,113
P1	0	0,00	0,000	0,396	0	0,00	0,000	0,396
P2	0	0,00	0,000	0,095	0	0,00	0,000	0,095
P3	0	0,00	0,000	0,057	10	39,42	12,964	0,144
P4	0	0,00	0,000	0,071	0	0,00	0,000	0,071
P5	0	0,00	0,000	0,063	5	4,81	0,447	0,091
P6	0	0,00	0,000	0,036	0	0,00	0,000	0,036

Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1	0,32	0,373	1,016
S2	0	0,00	0,000	0,372	1	0,64	1,884	0,369
S3	0	0,00	0,000	0,786	4	1,28	6,391	0,778
S4	0	0,00	0,000	0,394	5	1,60	5,374	0,388
S5	0	0,00	0,000	0,034	5	1,60	0,660	0,033
S6	0	0,00	0,000	0,137	2	4,49	1,028	0,135
S7	0	0,00	0,000	0,183	4	1,28	1,921	0,180
S8	0	0,00	0,000	0,051	0	0,00	0,000	0,051
S9	0	0,00	0,000	0,026	0	0,00	0,000	0,026
SADes cob	0	0,00	0,000	0,115	-	-	-	-
SSebast	0	0,00	0,000	0,281	-	-	-	-
Valp	0	0,00	0,000	0,343	-	-	-	-

**Tabela 7.34 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2035 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	17,95	7	25,32
PARANOA	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	21	45,83

Os resultados permitem chegar às mesmas conclusões apresentadas na modelagem anterior. A solução de abastecimento apresentada também se mostrou eficiente para as alterações demográficas para o ano de 2035. Todas as demandas antes impactadas por falhas no abastecimento tiveram suas quedas de abastecimento erradicadas. Ademais, as vazões incluídas dos municípios circunvizinhos ao DF continuaram sem sofrer baixa no seu fornecimento de água. Além disso, todos os reservatórios também apresentaram quedas em seu percentual de falha, tendo destaque a erradicação das baixas no Lago Santa Maria e a redução de 29,11% da falha no Lago do Descoberto.

## 7.5 SIMULAÇÃO COM AUMENTO DO PERÍODO DE ESTIAGEM

A simulação que se seguiu no estudo almejou analisar o efeito de variabilidades climáticas sobre a rede modelada. A região em análise se caracteriza, como já dito anteriormente, por uma

segregação perceptível nos períodos de cheia e de estiagem. Caracterizada por um inverno com poucas chuvas e um verão mais incisivo de precipitações.

Essa variação climática se reflete na exigência de abastecimento das regiões e na disponibilidade de recursos para isso. É natural que, para um período mais seco, as demandas sejam mais intensas, exigindo mais dos recursos, nesse momento, mais escassos em oferta.

Nessa linha de abordagem, essa etapa do estudo teve como objetivo analisar uma situação climática crítica da região e avaliar o comportamento da rede de fluxos perante essa alteração. Para isso, engenheiros do Projeto RIDEs sugeriram o prolongamento dos períodos de menor disponibilidade hídrica na região. Essa redução na oferta proporcionaria testar a efetividade da alternativa de intervenção na rede diante de cenários críticos de tal comportamento. Além disso, ela permitiria demonstrar, em seus resultados, os pontos de demanda que mais seriam impactados com esse cenário fictício.

### **7.5.1 ESCOLHA DOS PERÍODOS CRÍTICOS**

Para subsidiar o programa com dados representativos desse aumento de escassez, seguiu-se a sugestão de engenheiros do Projeto RIDEs de propagar o período de quatro anos mais crítico das séries de vazões naturais dos mananciais da rede. O processo foi feito analisando a média de vazões fornecida pelos corpos hídricos a cada quatro anos. Depois de identificada a pior média dentre as analisadas, repetiu-se a série de vazões desse período logo em seguida na tabela de disponibilidade hídrica. O resultado dessa manipulação nas séries de vazões naturais é apresentado no APÊNDICE C – VAZÕES NATURAIS COM VARIABILIDADE CLIMÁTICA.

É importante notar que, como esse procedimento acrescentou quatro anos aos pontos de reservatório da rede, a rede de fluxo precisou de adaptações. As alterações consistiram, primeiramente, em aumentar o quantitativo de anos para o cálculo das iterações na seção de Definições Gerais da rede (passando de 26 para 30 anos). E, por conta dessa elevação nos anos de estudo, a segunda mudança a ser feita foi a adaptação dos pontos de demanda da rede para o novo montante de dados analisados.

### **7.5.2 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025**

A partir dos dados de demanda para o cenário de 2025 utilizados na simulação da seção anterior e a adaptação descrita nessa seção, feita para incluir a variabilidade climática, adquiriram-se os

resultados dispostos no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. Desses valores, destacaram-se os principais, os quais foram dispostos na Tabela 7.35 e Tabela 7.36.

**Tabela 7.35 – Comparativo com o Cenário de 2025 sem Reforço.**

Dema nda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequênc ia abaixo da demand a (%) - 2025 sem Reforço	Volume acumulad o dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) - 2025 sem Reforço	Vazão média fornecid a (m <sup>3</sup> /s) - 2025 sem Reforço
ALinda s	0	0,00	0,000	0,275	-	-	-	-
B1	0	0,00	0,000	0,059	3	3,53	0,886	0,140
Cocal Girass ol	0	0,00	0,000	0,012	-	-	-	-
COcid	0	0,00	0,000	0,164	-	-	-	-
D1	0	0,00	0,000	0,167	0	0,00	0,000	0,167
D10	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,052
D11	0	0,00	0,000	0,348	0	0,00	0,000	0,401
D12	0	0,00	0,000	0,472	0	0,00	0,000	0,472
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	1	0,64	0,068	0,005
D15	0	0,00	0,000	0,389	0	0,00	0,000	0,389
D2	0	0,00	0,000	2,403	0	0,00	0,000	2,403
D3	0	0,00	0,000	0,627	0	0,00	0,000	0,627
D4	0	0,00	0,000	0,233	0	0,00	0,000	0,233
D5	0	0,00	0,000	0,232	0	0,00	0,000	0,232
D6	0	0,00	0,000	0,052	0	0,00	0,000	0,052
D7	0	0,00	0,000	0,115	0	0,00	0,000	0,115
D8	0	0,00	0,000	0,373	0	0,00	0,000	0,373
D9	0	0,00	0,000	0,256	0	0,00	0,000	0,256
DB1	0	0,00	0,000	0,082	-	-	-	-
DP3	0	0,00	0,000	0,084	-	-	-	-
DP5	0	0,00	0,000	0,013	-	-	-	-
Dreno 1	360	100,00	9321506,00	147,233	312	100,00	8071005,0	156,540
Dreno 2	360	100,00	9460731,00	0,088	312	100,00	8199318,5	0,057
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	7,78	35,184	0,633	3	6,41	23,042	0,642
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
Luziani a	0	0,00	0,000	0,802	-	-	-	-
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,204	0	0,00	0,000	0,102
P1	0	0,00	0,000	0,345	0	0,00	0,000	0,345
P2	0	0,00	0,000	0,083	0	0,00	0,000	0,083
P3	0	0,00	0,000	0,056	8	27,24	7,198	0,131

P4	0	0,00	0,000	0,062	0	0,00	0,000	0,062
P5	0	0,00	0,000	0,067	2	2,56	0,139	0,079
P6	0	0,00	0,000	0,031	0	0,00	0,000	0,031
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0	0,00	0,000	0,885
S2	0	0,00	0,000	0,324	0	0,00	0,000	0,324
S3	0	0,00	0,000	0,685	1	0,32	0,523	0,684
S4	0	0,00	0,000	0,343	1	0,32	0,872	0,342
S5	0	0,00	0,000	0,030	1	0,32	0,097	0,030
S6	0	0,00	0,000	0,119	2	1,92	0,389	0,119
S7	0	0,00	0,000	0,160	1	0,32	0,439	0,159
S8	0	0,00	0,000	0,044	0	0,00	0,000	0,044
S9	0	0,00	0,000	0,023	0	0,00	0,000	0,023
SADes cob	0	0,00	0,000	0,106	-	-	-	-
SSeba st	0	0,00	0,000	0,245	-	-	-	-
Valp	0	0,00	0,000	0,307	-	-	-	-

**Tabela 7.36 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2025 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	6	16,11	7	19,23
PARANOA	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	10	32,05

Nota-se pelos resultados que novamente a alternativa de abastecimento compartilhada se mostrou eficiente. As demandas de abastecimento humano que sofreram com reduções em seu abastecimento no cenário sem o reforço estipulado apresentado maior estabilidade em seu atendimento (mesmo considerada a adversidade climática).

É importante destacar que a manutenção desse nível de abastecimento não afetou o nível dos reservatórios de onde é captada a água para abastecer as regiões. Isso se mostrou uma consequência do reforço projetado. Entretanto, o Lago Descoberto foi o único que fugiu a essa regra, apresentando um aumento de suas falhas quando comparadas à situação simulada na

seção anterior (passando de 14,74% para 16,11%). Esse fato ocorreu justamente pela maior escassez de recursos imposta nesta etapa, o que elevou a exigência desse manancial, promovendo um acréscimo na frequência abaixo do volume meta desse reservatório.

Ademais, essa variabilidade também afetou o fornecimento hídrico à irrigação que capta do Rio Pípiripau. Como anteriormente o manancial já não possuía vazão suficiente para suprir toda a demanda do nó, a propagação dos períodos de seca intensificou essa falha no fornecimento. Por esse motivo, a demanda I3 sofreu um acréscimo de 52,7% em suas baixas de atendimento do seu consumo (passando de 23,04% para 35,18%).

### 7.5.3 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035

Seguindo o mesmo método de adaptações apresentado pela simulação anterior (utilização das demandas apresentadas para o cenário de 2035 simulado sem a variabilidade climática e adição das novas vazões naturais), adquiriram-se os resultados para essa nova situação da rede de fluxos. Os valores calculados pelo programa estão presentes no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES. De lá foram destacados os principais resultados e apresentados na Tabela 7.37 e Tabela 7.38.

**Tabela 7.37 – Comparativo com o Cenário de 2035 sem Reforço.**

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> )	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s)	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequência abaixo da demanda (%) – 2035 sem Reforço	Volume acumulado dos déficits (Mm <sup>3</sup> ) – 2035 sem Reforço	Vazão média fornecida (m <sup>3</sup> /s) – 2035 sem Reforço
ALindas	0	0,00	0,000	0,311	-	-	-	-
B1	0	0,00	0,000	0,058	3	5,77	1,640	0,160
Cocal Girassol	0	0,00	0,000	0,013	0	0,00	0,000	0,192
COcid	0	0,00	0,000	0,183	0	0,00	0,000	0,060
D1	0	0,00	0,000	0,192	0	0,00	0,000	0,192
D10	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
D11	0	0,00	0,000	0,460	0	0,00	0,000	0,460
D12	0	0,00	0,000	0,542	0	0,00	0,000	0,542
D13	0	0,00	0,000	0,000	0	0,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	1	0,96	0,095	0,005
D15	0	0,00	0,000	0,446	0	0,00	0,000	0,446
D2	0	0,00	0,000	2,758	0	0,00	0,000	2,758
D3	0	0,00	0,000	0,719	0	0,00	0,000	0,719
D4	0	0,00	0,000	0,267	0	0,00	0,000	0,267

D5	0	0,00	0,000	0,266	0	0,00	0,000	0,266
D6	0	0,00	0,000	0,060	0	0,00	0,000	0,060
D7	0	0,00	0,000	0,132	0	0,00	0,000	0,132
D8	0	0,00	0,000	0,428	0	0,00	0,000	0,428
D9	0	0,00	0,000	0,294	0	0,00	0,000	0,294
DB1	0	0,00	0,000	0,104	-	-	-	-
DP3	0	0,00	0,000	0,103	-	-	-	-
DP5	0	0,00	0,000	0,029	-	-	-	-
Dreno 1	360	100,00	9321942,00 0	10000,000	312	100,00	8071208,0	156,292
Dreno 2	360	100,00	9460731,00 0	10000,000	312	100,00	8199326,0	0,046
I1	0	0,00	0,000	1,098	0	0,00	0,000	1,098
I2	0	0,00	0,000	0,099	0	0,00	0,000	0,099
I3	3	8,06	40,001	0,670	3	6,73	26,506	0,638
I4	0	0,00	0,000	0,056	0	0,00	0,000	0,056
Luziani a	0	0,00	0,000	0,877	-	-	-	-
NovoG ama	0	0,00	0,000	0,225	0	0,00	0,000	0,113
P1	0	0,00	0,000	0,396	0	0,00	0,000	0,396
P2	0	0,00	0,000	0,095	0	0,00	0,000	0,095
P3	0	0,00	0,000	0,057	10	39,42	12,964	0,144
P4	0	0,00	0,000	0,071	0	0,00	0,000	0,071
P5	0	0,00	0,000	0,063	5	4,81	0,447	0,091
P6	0	0,00	0,000	0,036	0	0,00	0,000	0,036
Qrem C	0	0,00	0,000	5,842	0	0,00	0,000	5,842
Qrem D	0	0,00	0,000	0,471	0	0,00	0,000	0,471
Qrem P	0	0,00	0,000	0,940	0	0,00	0,000	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1	0,32	0,373	1,016
S2	0	0,00	0,000	0,372	1	0,64	1,884	0,369
S3	0	0,00	0,000	0,372	4	1,28	6,391	0,778
S4	0	0,00	0,000	0,372	5	1,60	5,374	0,388
S5	0	0,00	0,000	0,372	5	1,60	0,660	0,033
S6	0	0,00	0,000	0,137	2	4,49	1,028	0,135
S7	0	0,00	0,000	0,183	4	1,28	1,921	0,180
S8	0	0,00	0,000	0,051	0	0,00	0,000	0,051
S9	0	0,00	0,000	0,026	0	0,00	0,000	0,026
SADes cob	0	0,00	0,000	0,115	-	-	-	-
SSeba st	0	0,00	0,000	0,281	-	-	-	-
Valp	0	0,00	0,000	0,343	-	-	-	-



**Tabela 7.38 – Comparativo com o Cenário de Referência de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2035 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	7	20,28	7	25,32
PARANOIA	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	21	45,83

As mesmas conclusões do cenário fictício de 2025 cabem nessa simulação aqui descrita. A alternativa de abastecimento também resistiu eficientemente ao aumento demográfico de 2035 e à variabilidade climática aqui imposta. As demandas de abastecimento humano tiveram suas exigências supridas em sua totalidade, o que se mostrou pelas frequências abaixo da demanda zeradas.

A par disso, os reservatórios não apresentaram baixas em seu volume meta, justamente pelo reforço estipulado, principalmente para aliviar a exigência no Lago Santa Maria. A exceção a esse comportamento surgiu no Lago Descoberto, em que a variabilidade climática impôs uma maior exigência sobre seu fornecimento, aumentando seu percentual abaixo do volume meta em 12,98% em relação ao cenário sem a presença da maior escassez no sistema. Nota-se, inclusive, que a demanda foi tão maior que se aproximou do percentual apresentado pela simulação em que o reforço não se fez presente.

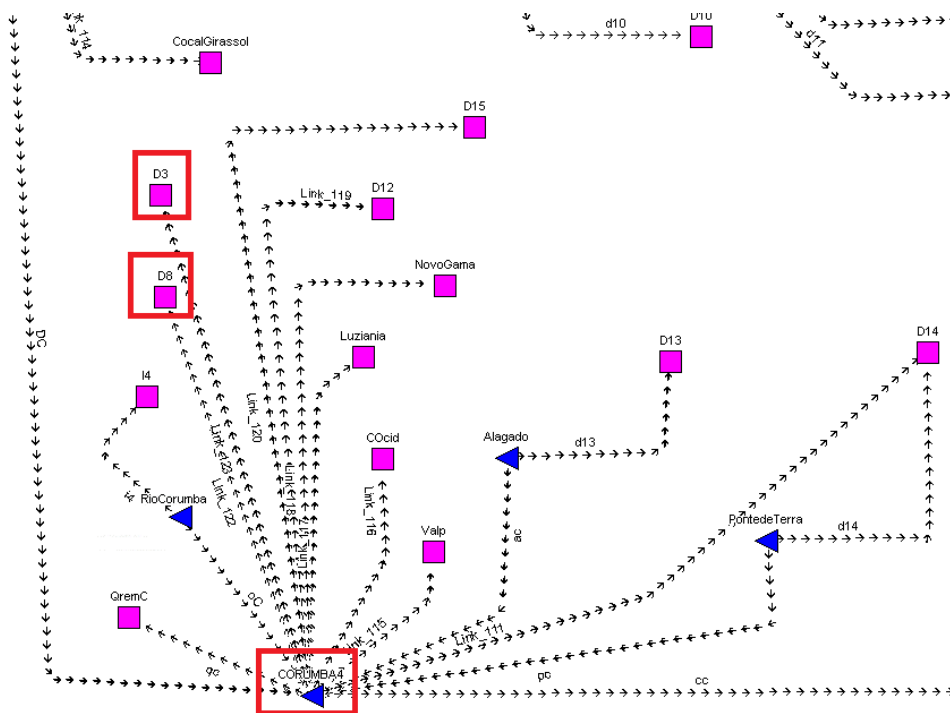
Por fim, outra alteração importante de ser analisada foi o aumento nas baixas de fornecimento no ponto de demanda de irrigação I3, em que a prorrogação da estiagem promoveu um acréscimo significativo nas falhas, indo de 26,51% para 40%. Isso se deu justamente pela elevação na pressão sobre o fornecimento vindo do Pipiripau, que já não apresentava capacidade de suprir suficientemente a demanda imposta.

## **7.6 SIMULAÇÕES COM ALÍVIO NO SISTEMA DESCOBERTO**

Como em todas as etapas descritas anteriormente apresentaram a presença de uma grande pressão sobre o reservatório da Barragem do Descoberto, pensou-se nessa última fase do estudo em uma intervenção para aliviar essa exigência no corpo hídrico. O método utilizado para essa

abordagem foi a retirada dos pontos de maior demanda do Sistema do Descoberto, repassando para o reforço da Represa de Corumbá IV.

As demandas retiradas foram os pontos D3 (representativo de Samambaia) e o D8 (o que representa o grupamento Recanto das Emas e Riacho Fundo II). Esses nós de demanda foram alocados na captação de Corumbá IV, como mostra a Figura 7.5.



**Figura 7.5 – Reforço do Sistema do Descoberto por Corumbá IV.**

Para a análise nessa seção, essa alteração foi feita na rede simulada na Seção 7.4 e na Seção 7.5, tanto para os cenários futuros de 2025, quanto de 2035.

### 7.6.1 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2025

Nessa simulação, utilizou-se como base os modelos apresentados para uma simulação de crescimento demográfico futuro apresentada na Subseção 7.4.3 e na Subseção 7.5.2. A única alteração feita foi a inclusão das demandas D3 e D8 à captação de Corumbá IV, como mencionado antes.

Os resultados, como apresentado no APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES, seguiram o mesmo padrão dos modelos base na questão do quantitativo de falhas apresentado para as demandas de abastecimento, tanto humano quanto de abastecimento. Como o foco dessa seção foi estudar o impacto das alterações sobre o nível de água no Lago Descoberto, os

resultados destacados do apêndice todos se referiram a esse corpo hídrico. A Tabela 7.39 descreve o impacto das mudanças para cada situação.

**Tabela 7.39 – Comparativo de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2025 com Reforço e alívio	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2025 com Reforço e alívio	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2025 com Variabilidade e alívio	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2025 com Variabilidade e alívio	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2025 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2025 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	5	7,69	4	8,33	7	19,23
PARANOIA	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	0	0,00	10	32,05

Pelos valores apresentados, observa-se uma significativa redução na exigência no Lago Descoberto, apresentando frequência de baixa de volume meta chegando até a 7,69%, redução de 60% em relação à modelagem do sistema sem reforço algum. O cenário de prolongamento do período de seca também apresentou um decréscimo significativo nas baixas de abastecimento do reservatório. Sua frequência de baixa, que antes atingiu o valor de 16,11%, reduziu quase a metade, passando para o patamar de 8,33%.

### 7.6.2 SIMULAÇÃO CENÁRIO 2035

A mesma abordagem adotada no cenário anterior foi seguida nesta fase, mas agora tomando como base as simulações de cenário futuro apresentadas na Subseção 7.4.4 e na Subseção 7.5.3. Os resultados destacados do APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES foram dispostos na Tabela 7.40.

**Tabela 7.40 – Comparativo de Resultados de Reservatórios.**

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2035 com Reforço e alívio	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2035 com Reforço e alívio	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2035 com Variabilidade e alívio	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2035 com Variabilidade e alívio	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es)) – 2035 sem Reforço	Frequência abaixo do volume meta (%) – 2035 sem Reforço
CORUMBA4	0	0,00	0	0,00	0	0,00
DESCOBERTO	6	9,29	6	11,11	7	25,32
PARANOIA	0	0,00	0	0,00	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00	0	0,00	21	45,83

As alterações planejadas também se mostraram eficientes para os cenários futuros de 2035. A maior redução na frequência de falhas apareceu na situação em que não foram consideradas alterações climáticas, seu decréscimo no não atendimento chegou a 63,3% em relação à situação sem nenhum reforço no sistema. A situação de maior criticidade no clima também apresentou considerável melhora no percentual de baixa de abastecimento, saindo dos 20,28% anteriores e atingindo o nível de 11,11% nesta abordagem.

Após essas diversas simulações uma preocupação que se instalou foi quanto à intensidade da captação realizada no Lago Paranoá. Segundo o PGIRH (2012), o montante outorgado para retirada de água para abastecimento do manancial é equivalente a 3,1335 m<sup>3</sup>/s. Para conferir esse limite, analisou-se o quantitativo de vazão máxima transferida pelo reservatório na malha de referência, comparando-a com a intensidade máxima efluente nas simulações feitas. A Tabela 7.41 apresenta os valores desse parâmetro.

**Tabela 7.41 – Vazões Efluentes do Lago Paranoá.**

Vazões Efluentes (m <sup>3</sup> /s)												
Cenário Referência	S1 2025	S1 2035	S2 2025	S2 2035	S3 2025	S3 2035	S4 2025	S4 2035	S5 2025	S5 2035	S6 2025	S6 2035
2,572	3,517	4,035	3,517	4,035	3,517	4,035	3,517	4,66	3,517	4,035	3,517	4,66

Considerando a vazão captada do Lago Paranoá como a diferença entre a vazão efluente das simulações e vazão efluente do Cenário de Referência (sem nenhuma captação), o valor máximo captado desse corpo hídrico equivale a 2,088 m<sup>3</sup>/s. Percebe-se, portanto, que a intervenção proposta respeita o valor limite outorgado para o manancial em questão.

## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente projeto foi realizado com o objetivo de utilizar a plataforma do AcquaNet como subsídio para a análise de situações futuras de abastecimento de água e gerenciamento dos usos de recursos hídricos no cenário de um sistema compartilhado da RIDE DF. Partiu-se do fundamento de que a rede a ser construída seria feita com base nos estudos de representação do sistema de abastecimento da região do DF realizados anteriormente. E, a partir dessa base, alterações foram estudadas e implantadas para permitir com que se alcançasse o resultado final.

Inicialmente, o estudo consistiu em estudar as funcionalidades da plataforma AcquaNet, um aplicativo que utiliza métodos de suporte de decisões para permitir que se construa uma rede de fluxos representativa de um dado sistema de recursos hídricos. Aplicações do programa apresentadas por Osorio (2011), Dantas (2012) e Fernandez (2012) foram utilizadas para validar esses modelos na nova versão da plataforma e para obter mais domínio sobre seu funcionamento.

Assim que os modelos foram devidamente validados com esses casos de referência, o projeto partiu para adaptar o modelo para condições mais fiéis ao cenário atual de abastecimento. Para que isso ocorresse, um estudo direcionado a analisar o comportamento de emissões de esgoto da região foi feito. Isso promoveu a obtenção de dados de vazões de esgoto afluentes aos reservatórios do sistema, os quais foram incluídos na alimentação da rede de fluxos. Ademais, a inclusão de parâmetros físicos e hidrológicos da bacia do Rio Corumbá e a consideração da captação hoje feita por Novo Gama no sistema de Santa Maria completaram a atualização do modelo base utilizado para as simulações de cenários futuros.

As simulações se caracterizaram pela análise de cenários futuros de abastecimento em diversas situações climáticas e de conformação da rede de fluxos modelada. Primeiramente, analisou-se o impacto que um possível aumento demográfico ocasionaria na rede de recursos hídricos do DF. A partir disso, uma proposta de intervenção foi estudada e empregada para permitir com que esse efeito fosse mitigado.

Os cenários que se sucederam estudaram, portanto, a eficiência dessa proposta de intervenção diante da inclusão de variados fatores críticos. Adição da demanda da região de São Sebastião à captação do Lago Paranoá, acréscimo das exigências dos municípios do entorno do DF e extensão dos períodos de estiagem consistiram nesses fatores mencionados. Como se observou nas descrições desse relatório, a intervenção se mostrou capaz de suportar às variadas

adversidades, representando uma alternativa eficaz para melhora do uso dos recursos hídricos disponíveis na região da RIDE DF.

O único revés notado nessa abordagem foi o grande impacto nos níveis de armazenamento apresentados pelo Lago Descoberto. Para alívio das demandas a serem alimentadas por esse reservatório, uma última adaptação da intervenção foi feita, a qual retirou do Sistema do Descoberto os pontos de demanda com maior intensidade de vazões de abastecimento.

Por fim, ao final do processo, obteve-se um modelo de rede de fluxos representativo do sistema de recursos hídricos do DF e Entorno passível de servir como base para tomadas de decisões no âmbito do gerenciamento de um provável sistema de abastecimento compartilhado na RIDE DF. Além disso, pela facilidade operacional do programa utilizado, a rede criada poderá inclusive servir como base para futuras adaptações e estudos de diferentes cenários de abastecimento não analisados por este projeto.

Para trabalhos futuros, recomenda-se que um estudo mais profundo seja feito quanto a métodos de distribuição de vazões médias anuais em valores mensais por conta da simplificação adotada por este projeto nessas considerações. Outra sugestão para os próximos estudos seria a melhor aquisição de dados junto a companhias operadoras de sistemas de abastecimento a fim de obter dados mais precisos de operação de reservatório e de vazões exigidas dos reservatórios mês a mês. Ademais, outra recomendação a ser dada é o refinamento das projeções de crescimento, aqui disponibilizadas, do consumo de água com relação à evolução demográfica. Por fim, um último conselho seria o de incluir diferentes cenários de variação climática e modos de intervenção para avaliar o efeito dessas mudanças no modelo de referência aqui construído.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA (2015). Mapa Hidrológico do Distrito Federal. Disponível em <[www.adasa.df.gov.br](http://www.adasa.df.gov.br)>. Acesso em outubro de 2015.

ADASA (2015). Bacias do PGIRH. Disponível em <[www.adasa.df.gov.br](http://www.adasa.df.gov.br)>. Acesso em dezembro de 2015.

ARAGÃO, T.G. (2008). Transposição do Rio São Francisco para a bacia do Rio Paraíba: uma avaliação da sinergia e sustentabilidade hídrica utilizando o modelo de rede de fluxo Acquanet. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 115p.

de AZEVEDO, L. G. T.; PORTO, R. L.; LABADIE, J. W.; MODSIM – Modelo de Rede de Fluxo de Bacias Hidrográficas: Manual do Usuário e Estudo de Casos. Novembro, 1999.

BRAGA, B., BARBOSA, P. S. F., e NAKAYAMA, P. T. (1998). Sistemas de Suporte à Decisão em Recursos Hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, 3(3), 73-95.

BRIGAGÃO, E.N. (2006). Integração de Análise Econômica e Financeira a Sistemas de Apoio a Decisão de Enquadramento, Outorga e Cobrança de Recursos Hídricos: Aplicação à Bacia da Barragem do Descoberto no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM-101/06, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 133p.

CAESB (2015). Relatório Anual da Administração. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, Brasília, Brasil.

COLLISCHONN, W. (2008). Introduzindo Hidrologia. IPH – UFRGS, Rio Grande do Sul, Brasil.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - CAESB (2015). Mapa do Sistema de Abastecimento. Disponível em <[www.caesb.df.gov.br](http://www.caesb.df.gov.br)>. Acesso em outubro de 2015.

CORUMBÁ CONCESSÕES (2011). Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório da UHE Corumbá IV. Walm Engenharia e Tecnologia Ambiental LTDA.

DANTAS, T.R. (2012). Caracterização Hidrológica do Distrito Federal e Entorno para Análise de Cenários Futuros de Uso da Água. Monografia de Projeto Final – Primeira Etapa, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 68 p.

FERNANDEZ, D.J.P. (2012). Utilização do Acquanet para Simulação do Uso de Água no DF: Formulação de Cenários Futuros de Oferta/Demanda. Monografia de Projeto Final – Primeira Etapa -, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 30 p.

MCKINNEY, D. C. (2004). International Survey Of Decision Support Systems For Integrated Water Management. Support to Enhance Privatization, Investment and Competitiveness in the Water Sector of the Romanian Economy (SEPIC), Bucharest, Romania.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL – MI (2015). Regiões Integradas de Desenvolvimento – RIDEs. Disponível em <[http://www.mi.gov.br/regioes\\_integradas\\_rides](http://www.mi.gov.br/regioes_integradas_rides)>. Acesso em dezembro de 2015.

OSORIO, A.L.N.A. (2011). Estudo de Alocação de Recursos Hídricos no Distrito Federal com o Uso do Aplicativo Acquanet. Monografia de Projeto Final– Primeira Etapa -, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 66 p.

PGIRH (2012). Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal, Volume I - Diagnóstico. Secretaria de Infra-Estrutura e Obras do Distrito Federal, Brasília, Brasil.

PORTO, R. L., de AZEVEDO, L. G. T. (1997). Sistemas de Suporte a Decisões Aplicados a Problemas de Recursos Hídricos. Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos, UFRGS e ABRH, eds., Porto Alegre.

RANGEL, G.A.; DOS SANTOS, M.F.M. (2015). Pré-Diagnóstico do Saneamento Básico no Entorno do Distrito Federal: Exemplos dos Municípios de Alexânia e de Santo Antônio do Descoberto. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-001/15, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 70 p.

REYES, D. A. (2009). Metodologia Multiobjetivo e Multicritério de Auxílio à Outorga de Recursos Hídricos: Aplicação ao Caso da Bacia do Rio Preto. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM-120/2009, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 165p.



SANO, E. E.; LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M., OLIVEIRA, E. C. Estimativa da variação na demanda de água para irrigação por pivô-central no Distrito Federal entre 1992 e 2002. Eng. Agríc. [online]. 2005, vol.25, n.2, pp. 508-515. ISSN 1809-4430. Acesso em novembro de 2015.

SCHARDONG, A. Aplicação de técnicas de programação linear e extensões para otimização da alocação de água em sistemas de recursos hídricos, utilizando métodos de pontos interiores. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SEINFRA (2005). Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal, Caderno Distrital de Recursos Hídricos. Secretaria de Infra-Estrutura e Obras do Distrito Federal, Brasília, Brasil.

SIMONOVIC, S. P. (1992). Reservoir System Analysis: Closing Gap between Theory and Practice. Journal of Water Resources Planning and Management. v. 118, n. 3, p. 262-280.

TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água – 3ª Edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. xiii, 643 p.

USP – Universidade de São Paulo (2002). AcquaNet – Modelo para alocação de água em sistemas complexos de Recursos Hídricos: manual do usuário. LabSid – Laboratório de sistemas de suporte a decisões. São Paulo – SP.

VASCONCELOS, A. M. N., GOMES, M. M. F. (2015). Projeção da População Total das RIDES: DF e Entorno, Petrolina-Juazeiro e Grande Teresina. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 17p.

WROBEL, L. C.; EIGER, S.; ROSMAN, P. C.; TUCCI, C. E.; CIRILLO, J. A.; CABRAL, J. P. Métodos Numéricos em Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 1989. 380p.

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A – VAZÕES ESTIMADAS**

Vazão Estimada - Rib do Torto em Lago Santa Maria (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	7,737	6,159	6,306	4,515	3,172	2,487	2,037	1,618	1,537	1,173	2,277	4,047
1980	7,067	10,236	5,513	4,793	3,456	2,664	2,152	1,825	1,587	1,175	2,593	4,589
1981	5,253	2,927	4,441	3,222	2,353	1,973	1,504	1,234	0,995	1,239	4,328	4,476
1982	7,559	5,363	6,054	5,309	3,472	2,455	2,019	1,788	1,478	1,187	1,999	2,675
1983	6,642	9,464	8,274	5,877	3,672	2,841	2,152	2,03	1,897	1,203	3,659	5,172
1984	5,298	4,964	5,22	5,031	3,121	2,455	2,053	1,946	1,675	1,195	1,682	2,044
1985	4,001	3,449	3,975	3,575	2,635	2,053	1,722	1,461	1,242	1,18	1,682	2,538
1986	3,867	3,101	2,848	2,301	1,899	1,507	1,189	1,06	0,856	1,167	0,841	1,323
1987	1,583	1,757	3,525	2,706	1,967	1,41	0,923	0,661	0,664	1,192	1,466	3,777
1988	2,099	2,902	3,839	3,645	2,134	1,652	1,273	1,01	0,812	1,175	1,936	3,034
1989	4,201	4,641	4,229	2,799	2,185	1,925	1,555	1,514	1,561	1,209	2,946	8,686
1990	6,978	7,053	5,007	4,034	3,004	2,279	2,503	1,648	1,759	1,186	2,115	2,538
1991	4,358	5,065	5,917	5,379	3,422	2,552	1,988	1,631	1,365	1,186	3,226	4,858
1992	6,127	10,013	5,527	5,512	3,622	2,761	2,22	1,895	1,744	1,202	5,466	6,861
1993	5,812	7,55	5,124	4,608	3,371	2,745	2,119	1,979	1,842	1,206	2,115	5,016
1994	6,239	5,013	6,969	4,462	3,456	2,905	2,519	1,821	1,394	1,179	2,593	3,372
1995	3,621	4,343	4,324	3,059	2,318	1,603	1,188	0,942	0,798	1,178	1,348	4,339
1996	2,188	1,757	2,22	2,393	1,682	1,265	1,021	0,835	0,767	1,191	1,954	2,629
1997	5,723	3,549	5,609	4,347	2,987	2,552	2,002	1,648	1,201	1,195	1,98	1,323
1998	2,77	3,151	2,944	1,918	1,531	1,137	0,843	0,687	0,7	1,181	2,295	5,06
1999	4,047	2,405	3,231	2,097	1,699	1,314	1,006	0,764	0,776	1,195	1,836	2,698
2000	2,792	3,126	3,778	2,706	1,999	1,539	1,222	1,079	1,118	1,204	2,16	2,403
2001	2,57	2,23	3,353	3,958	1,766	1,314	0,925	0,769	0,738	1,203	1,068	1,571
2002	3,217	3,224	2,807	2,463	1,816	1,362	0,955	0,569	0,609	1,168	1,15	1,436
2003	2,547	1,958	2,787	2,138	1,466	1,06	0,799	0,532	0,349	1,19	0,778	0,46
2004	2,635	4,641	3,975	3,368	2,385	1,716	1,289	1,129	0,768	1,169	1,293	1,64

Vazão Estimada - Outros Tributários (Rib do Torto e Santa Maria) (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	2,701	2,133	2,417	1,943	1,517	1,28	1,137	0,995	0,995	0,995	1,28	1,706
1980	2,464	3,317	2,085	2,085	1,659	1,327	1,185	1,09	1,09	0,948	1,422	1,848
1981	1,896	1,185	1,706	1,327	1,09	0,995	0,853	0,758	0,663	5,403	2,18	1,801
1982	2,607	1,896	2,322	2,322	1,659	1,28	1,09	1,043	0,995	1,28	1,137	1,232
1983	2,322	3,081	3,128	2,559	1,754	1,422	1,185	1,137	1,232	1,422	1,896	2,085
1984	1,896	1,754	1,99	2,18	1,469	1,28	1,137	1,137	1,09	1,137	0,995	1,043
1985	1,469	1,327	1,517	1,517	1,185	1,043	0,995	0,9	0,853	1,09	0,995	1,232
1986	1,422	1,232	1,09	0,9	0,806	0,758	0,711	0,663	0,569	0,663	0,663	0,806
1987	0,711	0,806	1,374	1,09	0,853	0,663	0,569	0,474	0,474	0,521	0,9	1,611
1988	0,853	1,185	1,469	1,517	0,948	0,853	0,758	0,663	0,569	0,948	1,09	1,374
1989	1,564	1,659	1,611	1,137	0,995	0,995	0,9	0,948	1,043	1,185	1,564	3,175
1990	2,417	2,37	1,896	1,706	1,422	1,137	1,374	0,948	1,137	1,09	1,185	1,232
1991	1,611	1,801	2,275	2,322	1,611	1,327	1,137	0,948	0,948	1,09	1,706	1,943
1992	2,133	3,27	2,133	2,417	1,706	1,422	1,232	1,137	1,137	1,801	2,654	2,607
1993	2,085	2,512	1,943	1,99	1,564	1,374	1,137	1,137	1,185	1,137	1,185	1,99
1994	2,18	1,754	2,654	1,943	1,659	1,469	1,374	1,043	0,948	0,995	1,422	1,469
1995	1,327	1,564	1,659	1,28	1,043	0,758	0,663	0,663	0,569	0,663	0,853	1,801
1996	0,9	0,806	0,9	0,948	0,711	0,616	0,569	0,569	0,521	0,853	1,09	1,232
1997	2,038	1,374	2,133	1,848	1,374	1,327	1,09	0,948	0,806	0,663	1,137	0,806
1998	1,09	1,232	1,137	0,758	0,616	0,569	0,474	0,521	0,474	0,711	1,28	2,038
1999	1,469	1,043	1,28	0,806	0,711	0,663	0,616	0,521	0,521	0,663	1,043	1,232
2000	1,09	1,232	1,469	1,09	0,853	0,758	0,711	0,711	0,758	0,711	1,232	1,185
2001	0,995	0,948	1,28	1,659	0,758	0,663	0,521	0,521	0,569	0,616	0,711	0,9
2002	1,232	1,232	1,09	0,948	0,758	0,663	0,569	0,427	0,427	0,379	0,758	0,853
2003	0,995	0,9	1,09	0,853	0,616	0,521	0,474	0,427	0,284	0,19	0,616	0,521
2004	1,043	1,659	1,517	1,374	1,09	0,853	0,758	0,711	0,569	0,237	0,853	0,9

Vazão Estimada - Outros Tributários (Lago Paranoá, Rib do Torto, Taquari e Cabeça de Veado) (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	28,507	22,364	26,103	21,629	17,039	14,616	13,208	11,567	12,267	12,196	14,794	18,809
1980	26,233	34,35	22,78	23,148	18,64	15,554	13,914	12,708	12,894	11,549	16,361	20,526
1981	20,128	12,762	18,528	14,621	12,097	11,354	9,975	9,205	8,208	73,344	24,855	20,109
1982	27,815	20,024	25,097	25,883	18,721	14,553	12,985	12,408	11,937	16,238	13,385	14,124
1983	24,775	32,083	34,062	28,859	19,876	16,634	13,914	13,608	14,956	18,449	21,665	22,587
1984	20,176	18,733	21,621	24,366	16,655	14,553	13,288	13,308	13,289	14,399	11,82	12,063
1985	15,727	14,316	16,571	16,597	13,555	11,904	11,449	10,567	10,188	13,573	11,82	13,78
1986	15,332	13,313	11,935	9,768	9,16	8,48	8,217	8,125	7,185	7,499	7,787	9,659
1987	7,62	9,203	14,844	11,884	9,626	7,705	6,6	5,922	5,827	5,939	10,782	17,928
1988	9,276	12,69	15,98	16,917	10,619	9,498	8,762	7,984	6,938	11,549	13,013	15,449
1989	16,494	17,803	17,576	12,424	11,005	11,211	10,36	10,947	12,581	15,225	18,083	34,314
1990	25,887	24,892	20,769	19,054	15,946	13,228	15,974	11,487	13,933	13,666	13,994	13,78
1991	17,063	19,067	24,606	26,103	18,337	15,084	13,066	11,407	11,227	13,666	19,491	21,509
1992	22,971	33,753	23,01	26,941	19,491	16,328	14,378	13,169	13,851	23,597	30,375	28,254
1993	21,981	26,374	21,183	22,168	17,951	16,103	13,51	13,469	14,477	14,586	13,994	21,974
1994	23,291	18,878	28,781	21,39	18,64	17,103	16,055	12,469	11,393	12,188	16,361	16,454
1995	14,417	16,844	18,013	13,861	11,792	8,867	7,976	7,664	6,955	7,687	10,175	19,766
1996	9,622	9,203	9,563	10,307	7,925	6,93	6,985	6,903	6,549	10,444	13,092	13,976
1997	21,635	14,651	23,217	20,631	15,722	15,084	12,904	11,487	9,792	7,866	13,307	9,659
1998	11,648	13,357	12,373	7,87	7,013	6,236	5,908	6,236	5,984	8,425	14,873	22,169
1999	15,875	11,308	13,685	8,71	8,006	7,318	7,146	6,444	6,638	7,866	12,485	14,197
2000	11,724	13,386	15,85	11,884	9,788	8,643	8,378	8,444	9,248	8,698	14,286	13,288
2001	10,882	10,612	14,046	18,595	8,472	7,318	6,455	6,539	6,626	7,413	8,766	10,468
2002	13,183	13,575	11,782	10,526	8,614	7,561	6,763	5,388	5,449	3,639	9,216	9,976
2003	10,809	9,872	11,805	9,009	6,689	5,683	5,76	5,232	3,53	1,338	7,416	6,674
2004	11,155	17,803	16,571	15,399	12,26	9,723	8,743	8,585	6,791	1,707	10,039	10,689

## **APÊNDICE B – RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES**

Resultados Cenário Base – Dados de Osorio (2011)

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência a baixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demand a média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	0,000	0,000	0,000	0,103	0,103	100,000	0,103	0,100
D1	0,000	0,000	0,000	0,122	0,122	100,000	0,122	0,103
D10	0,000	0,000	0,000	0,038	0,038	100,000	0,038	0,035
D11	0,000	0,000	0,000	0,293	0,293	100,000	0,293	0,138
D12	0,000	0,000	0,000	0,346	0,346	100,000	0,346	0,312
D13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000	0,000	0,000
D14	0,000	0,000	0,000	0,003	0,003	100,000	0,003	0,000
D15	0,000	0,000	0,000	0,285	0,285	100,000	0,285	0,252
D2	0,000	0,000	0,000	1,758	1,758	100,000	1,758	1,688
D3	0,000	0,000	0,000	0,458	0,458	100,000	0,458	0,403
D4	0,000	0,000	0,000	0,170	0,170	100,000	0,170	0,126
D5	0,000	0,000	0,000	0,170	0,170	100,000	0,170	0,157
D6	0,000	0,000	0,000	0,038	0,038	100,000	0,038	0,035
D7	0,000	0,000	0,000	0,084	0,084	100,000	0,084	0,077
D8	0,000	0,000	0,000	0,273	0,273	100,000	0,273	0,257
D9	0,000	0,000	0,000	0,188	0,188	100,000	0,188	0,170
Dreno1	312,000	100,000	8179487,00	10000,0	24,239	0,242	24,239	0,784
Dreno2	312,000	100,000	8199344,00	10000,0	0,026	0,000	0,026	0,000
I1	0,000	0,000	0,000	0,521	0,521	100,000	0,521	0,000
I2	0,000	0,000	0,000	0,230	0,230	100,000	0,230	0,000
I3	7,000	46,795	1807,086	3,225	1,021	31,666	1,724	0,000
P1	0,000	0,000	0,000	0,252	0,252	100,000	0,252	0,239
P2	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	100,000	0,060	0,048
P3	12,000	44,551	9,750	0,102	0,090	88,352	0,075	0,027
P4	0,000	0,000	0,000	0,045	0,045	100,000	0,045	0,037
P5	7,000	11,218	0,765	0,058	0,057	98,403	0,050	0,033
P6	0,000	0,000	0,000	0,023	0,023	100,000	0,023	0,021
QremD	0,000	0,000	0,000	0,486	0,486	100,000	0,486	0,486
QremP	0,000	0,000	0,000	1,014	1,014	100,000	1,014	1,014
S1	0,000	0,000	0,000	0,648	0,648	100,000	0,648	0,610
S2	0,000	0,000	0,000	0,237	0,237	100,000	0,237	0,101
S3	0,000	0,000	0,000	0,501	0,501	100,000	0,501	0,413
S4	0,000	0,000	0,000	0,251	0,251	100,000	0,251	0,222
S5	0,000	0,000	0,000	0,022	0,022	100,000	0,022	0,004
S6	2,000	6,090	1,217	0,087	0,086	98,299	0,105	0,072
S7	0,000	0,000	0,000	0,117	0,117	100,000	0,117	0,098
S8	2,000	0,962	0,071	0,032	0,032	99,733	0,024	0,020
S9	1,000	0,321	0,003	0,017	0,017	99,981	0,010	0,008

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
DESCOBERTO	7	20,83
SANTA MARIA	8	15,38



# Resultados Cenário Referência – Dados de Dantas (2012)

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência a baixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demand a média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	1,000	1,282	0,205	0,103	0,103	99,757	0,085	0,061
D1	0,000	0,000	0,000	0,122	0,122	100,000	0,122	0,103
D10	0,000	0,000	0,000	0,038	0,038	100,000	0,038	0,035
D11	0,000	0,000	0,000	0,293	0,293	100,000	0,293	0,138
D12	0,000	0,000	0,000	0,346	0,346	100,000	0,346	0,312
D13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000	0,000	0,000
D14	1,000	0,321	0,037	0,003	0,003	98,655	0,005	0,000
D15	0,000	0,000	0,000	0,285	0,285	100,000	0,285	0,252
D2	0,000	0,000	0,000	1,758	1,758	100,000	1,758	1,688
D3	0,000	0,000	0,000	0,458	0,458	100,000	0,458	0,403
D4	0,000	0,000	0,000	0,170	0,170	100,000	0,170	0,126
D5	0,000	0,000	0,000	0,170	0,170	100,000	0,170	0,157
D6	0,000	0,000	0,000	0,038	0,038	100,000	0,038	0,035
D7	0,000	0,000	0,000	0,084	0,084	100,000	0,084	0,077
D8	0,000	0,000	0,000	0,273	0,273	100,000	0,273	0,257
D9	0,000	0,000	0,000	0,188	0,188	100,000	0,188	0,170
Dreno1	312,000	100,00	8177927,5	10000,0	26,140	0,261	26,140	0,990
Dreno2	312,000	100,000	8199338,5	10000,0	0,037	0,000	0,037	0,000
I1	0,000	0,000	0,000	0,521	0,521	100,000	0,521	0,000
I2	0,000	0,000	0,000	0,230	0,230	100,000	0,230	0,000
I3	6,000	38,141	1462,49	3,225	1,442	44,697	2,609	0,000
P1	0,000	0,000	0,000	0,252	0,252	100,000	0,252	0,239
P2	0,000	0,000	0,000	0,060	0,060	100,000	0,060	0,048
P3	8,000	25,321	4,465	0,102	0,097	94,666	0,079	0,038
P4	0,000	0,000	0,000	0,045	0,045	100,000	0,045	0,037
P5	0,000	0,000	0,000	0,058	0,058	100,000	0,058	0,042
P6	0,000	0,000	0,000	0,023	0,023	100,000	0,023	0,021
QremD	0,000	0,000	0,000	0,486	0,486	100,000	0,486	0,486
QremP	0,000	0,000	0,000	1,014	1,014	100,000	1,014	1,014
S1	0,000	0,000	0,000	0,648	0,648	100,000	0,648	0,610
S2	0,000	0,000	0,000	0,237	0,237	100,000	0,237	0,101
S3	0,000	0,000	0,000	0,501	0,501	100,000	0,501	0,413
S4	0,000	0,000	0,000	0,251	0,251	100,000	0,251	0,222
S5	0,000	0,000	0,000	0,022	0,022	100,000	0,022	0,004
S6	1,000	0,321	0,092	0,087	0,087	99,871	0,101	0,072
S7	0,000	0,000	0,000	0,117	0,117	100,000	0,117	0,098
S8	0,000	0,000	0,000	0,032	0,032	100,000	0,032	0,031
S9	0,000	0,000	0,000	0,017	0,017	100,000	0,017	0,008

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
DESCOBERTO	7	21,47
SANTA MARIA	8	21,79

# Resultados Cenário Referência Atualizado

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	1	1,28	0,205	0,103	0,103	99,76	0,085	0,061
D1	0	0,00	0,000	0,122	0,122	100,00	0,122	0,103
D10	0	0,00	0,000	0,038	0,038	100,00	0,038	0,035
D11	0	0,00	0,000	0,293	0,293	100,00	0,293	0,138
D12	0	0,00	0,000	0,346	0,346	100,00	0,346	0,312
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	1	0,32	0,037	0,003	0,003	98,66	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,285	0,285	100,00	0,285	0,252
D2	0	0,00	0,000	1,758	1,758	100,00	1,758	1,688
D3	0	0,00	0,000	0,458	0,458	100,00	0,458	0,403
D4	0	0,00	0,000	0,170	0,170	100,00	0,170	0,126
D5	0	0,00	0,000	0,170	0,170	100,00	0,170	0,157
D6	0	0,00	0,000	0,038	0,038	100,00	0,038	0,035
D7	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,077
D8	0	0,00	0,000	0,273	0,273	100,00	0,273	0,257
D9	0	0,00	0,000	0,188	0,188	100,00	0,188	0,170
DemFict	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
Dreno1	312	100,00	8070628,50	10000,0	157,005	1,57	157,005	22,405
Dreno2	312	100,00	8199301,00	10000,0	0,077	0,00	0,077	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	5,77	17,382	0,670	0,649	96,84	1,002	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,080	0,080	100,00	0,080	0,047
P1	0	0,00	0,000	0,252	0,252	100,00	0,252	0,239
P2	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,048
P3	6	10,90	1,524	0,102	0,100	98,18	0,083	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,045	0,045	100,00	0,045	0,037
P5	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,042
P6	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,021
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,648	0,648	100,00	0,648	0,610
S2	0	0,00	0,000	0,237	0,237	100,00	0,237	0,101
S3	0	0,00	0,000	0,501	0,501	100,00	0,501	0,413
S4	0	0,00	0,000	0,251	0,251	100,00	0,251	0,222
S5	0	0,00	0,000	0,022	0,022	100,00	0,022	0,004
S6	1	0,32	0,092	0,087	0,087	99,87	0,101	0,072
S7	0	0,00	0,000	0,117	0,117	100,00	0,117	0,098
S8	0	0,00	0,000	0,032	0,032	100,00	0,032	0,031
S9	0	0,00	0,000	0,017	0,017	100,00	0,017	0,008

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	6	12,82
SANTA MARIA	8	17,31

# Resultados Cenário de Captação Contínua de 5,64 m³/s

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	1	1,28	0,205	0,103	0,103	99,76	0,085	0,061
D1	0	0,00	0,000	0,122	0,122	100,00	0,122	0,103
D10	0	0,00	0,000	0,038	0,038	100,00	0,038	0,035
D11	0	0,00	0,000	0,293	0,293	100,00	0,293	0,138
D12	0	0,00	0,000	0,346	0,346	100,00	0,346	0,312
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	1	0,32	0,037	0,003	0,003	98,66	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,285	0,285	100,00	0,285	0,252
D2	0	0,00	0,000	1,758	1,758	100,00	1,758	1,688
D3	0	0,00	0,000	0,458	0,458	100,00	0,458	0,403
D4	0	0,00	0,000	0,170	0,170	100,00	0,170	0,126
D5	0	0,00	0,000	0,170	0,170	100,00	0,170	0,157
D6	0	0,00	0,000	0,038	0,038	100,00	0,038	0,035
D7	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,077
D8	0	0,00	0,000	0,273	0,273	100,00	0,273	0,257
D9	0	0,00	0,000	0,188	0,188	100,00	0,188	0,170
DemFict	1	0,32	0,097	5,640	5,640	100,00	5,603	5,603
Dreno1	312	100,00	8075248,00	10000,0	151,370	1,51	151,370	16,764
Dreno2	312	100,00	8199301,00	10000,0	0,077	0,00	0,077	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	5,77	17,382	0,670	0,649	96,84	1,002	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,080	0,080	100,00	0,080	0,047
P1	0	0,00	0,000	0,252	0,252	100,00	0,252	0,239
P2	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,048
P3	6	10,90	1,524	0,102	0,100	98,18	0,083	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,045	0,045	100,00	0,045	0,037
P5	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,042
P6	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,021
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,648	0,648	100,00	0,648	0,610
S2	0	0,00	0,000	0,237	0,237	100,00	0,237	0,101
S3	1	0,32	0,284	0,501	0,501	99,93	0,344	0,344
S4	2	0,64	1,219	0,251	0,250	99,41	0,019	0,000
S5	2	0,64	0,150	0,022	0,022	99,17	0,000	0,000
S6	1	0,32	0,092	0,087	0,087	99,87	0,101	0,072
S7	1	0,32	0,321	0,117	0,116	99,66	0,000	0,000
S8	0	0,00	0,000	0,032	0,032	100,00	0,032	0,031
S9	0	0,00	0,000	0,017	0,017	100,00	0,017	0,008

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	6	12,82
SANTA MARIA	9	17,95

Resultados Cenário de Captação Distribuída de 6,715 m³/s

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	1	1,28	0,205	0,103	0,103	99,76	0,085	0,061
D1	0	0,00	0,000	0,122	0,122	100,00	0,122	0,103
D10	0	0,00	0,000	0,038	0,038	100,00	0,038	0,035
D11	0	0,00	0,000	0,293	0,293	100,00	0,293	0,138
D12	0	0,00	0,000	0,346	0,346	100,00	0,346	0,312
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	1	0,32	0,037	0,003	0,003	98,66	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,285	0,285	100,00	0,285	0,252
D2	0	0,00	0,000	1,758	1,758	100,00	1,758	1,688
D3	0	0,00	0,000	0,458	0,458	100,00	0,458	0,403
D4	0	0,00	0,000	0,170	0,170	100,00	0,170	0,126
D5	0	0,00	0,000	0,170	0,170	100,00	0,170	0,157
D6	0	0,00	0,000	0,038	0,038	100,00	0,038	0,035
D7	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,077
D8	0	0,00	0,000	0,273	0,273	100,00	0,273	0,257
D9	0	0,00	0,000	0,188	0,188	100,00	0,188	0,170
DemFict	1	0,32	0,181	6,715	6,715	100,00	7,731	5,630
Dreno1	312	100,00	8076129,5	10000,0	150,295	1,50	150,295	16,775
Dreno2	312	100,00	8199301,00	10000,0	0,077	0,00	0,077	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	5,77	17,382	0,670	0,649	96,84	1,002	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,080	0,080	100,00	0,080	0,047
P1	0	0,00	0,000	0,252	0,252	100,00	0,252	0,239
P2	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,048
P3	6	10,90	1,524	0,102	0,100	98,18	0,083	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,045	0,045	100,00	0,045	0,037
P5	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,042
P6	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,021
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,648	0,648	100,00	0,648	0,610
S2	0	0,00	0,000	0,237	0,237	100,00	0,237	0,101
S3	1	0,32	0,284	0,501	0,501	99,93	0,344	0,344
S4	2	0,64	1,185	0,251	0,250	99,42	0,025	0,000
S5	2	0,64	0,150	0,022	0,022	99,17	0,000	0,000
S6	1	0,32	0,092	0,087	0,087	99,87	0,101	0,072
S7	1	0,32	0,321	0,117	0,116	99,66	0,000	0,000
S8	0	0,00	0,000	0,032	0,032	100,00	0,032	0,031
S9	0	0,00	0,000	0,017	0,017	100,00	0,017	0,008

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	6	12,82
SANTA MARIA	9	17,95

## Resultados Simulação Cenário 2025

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	3	3,53	0,886	0,141	0,140	99,23	0,113	0,061
D1	0	0,00	0,000	0,167	0,167	100,00	0,167	0,141
D10	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D11	0	0,00	0,000	0,401	0,401	100,00	0,401	0,189
D12	0	0,00	0,000	0,472	0,472	100,00	0,472	0,426
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	1	0,64	0,068	0,005	0,005	98,18	0,013	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,389	0,389	100,00	0,389	0,344
D2	0	0,00	0,000	2,403	2,403	100,00	2,403	2,307
D3	0	0,00	0,000	0,627	0,627	100,00	0,627	0,551
D4	0	0,00	0,000	0,233	0,233	100,00	0,233	0,172
D5	0	0,00	0,000	0,232	0,232	100,00	0,232	0,215
D6	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D7	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,105
D8	0	0,00	0,000	0,373	0,373	100,00	0,373	0,351
D9	0	0,00	0,000	0,256	0,256	100,00	0,256	0,232
DemFict	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
Dreno1	312	100,00	8071005,0	10000,0	156,540	1,57	156,540	23,567
Dreno2	312	100,00	8199318,5	10000,0	0,057	0,00	0,057	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,41	23,042	0,670	0,642	95,81	0,910	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,102	0,102	100,00	0,102	0,060
P1	0	0,00	0,000	0,345	0,345	100,00	0,345	0,327
P2	0	0,00	0,000	0,083	0,083	100,00	0,083	0,066
P3	8	27,24	7,198	0,140	0,131	93,71	0,105	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,062	0,062	100,00	0,062	0,051
P5	2	2,56	0,139	0,080	0,079	99,79	0,071	0,056
P6	0	0,00	0,000	0,031	0,031	100,00	0,031	0,029
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0,885	100,00	0,885	0,834
S2	0	0,00	0,000	0,324	0,324	100,00	0,324	0,138
S3	1	0,32	0,523	0,685	0,684	99,91	0,419	0,419
S4	1	0,32	0,872	0,343	0,342	99,69	0,000	0,000
S5	1	0,32	0,097	0,030	0,030	99,60	0,000	0,000
S6	2	1,92	0,389	0,119	0,119	99,60	0,154	0,098
S7	1	0,32	0,439	0,160	0,159	99,66	0,000	0,000
S8	0	0,00	0,000	0,044	0,044	100,00	0,044	0,042
S9	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,011



Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	19,23
SANTA MARIA	10	32,05

# Resultados Simulação Cenário 2035

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	3	5,77	1,640	0,162	0,160	98,76	0,129	0,061
D1	0	0,00	0,000	0,192	0,192	100,00	0,192	0,162
D10	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D11	0	0,00	0,000	0,460	0,460	100,00	0,460	0,216
D12	0	0,00	0,000	0,542	0,542	100,00	0,542	0,489
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	1	0,96	0,095	0,005	0,005	97,90	0,018	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,446	0,446	100,00	0,446	0,395
D2	0	0,00	0,000	2,758	2,758	100,00	2,758	2,648
D3	0	0,00	0,000	0,719	0,719	100,00	0,719	0,632
D4	0	0,00	0,000	0,267	0,267	100,00	0,267	0,198
D5	0	0,00	0,000	0,266	0,266	100,00	0,266	0,246
D6	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D7	0	0,00	0,000	0,132	0,132	100,00	0,132	0,121
D8	0	0,00	0,000	0,428	0,428	100,00	0,428	0,403
D9	0	0,00	0,000	0,294	0,294	100,00	0,294	0,267
DemFict	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
Dreno1	312	100,00	8071208,00	10000,0	156,292	1,56	156,292	24,205
Dreno2	312	100,00	8199326,00	10000,0	0,046	0,00	0,046	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,73	26,506	0,670	0,638	95,17	0,859	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,113	0,113	100,00	0,113	0,066
P1	0	0,00	0,000	0,396	0,396	100,00	0,396	0,375
P2	0	0,00	0,000	0,095	0,095	100,00	0,095	0,075
P3	10	39,42	12,964	0,160	0,144	90,13	0,119	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,071	0,071	100,00	0,071	0,058
P5	5	4,81	0,447	0,092	0,091	99,41	0,074	0,056
P6	0	0,00	0,000	0,036	0,036	100,00	0,036	0,033
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	1	0,32	0,373	1,016	1,016	99,96	0,901	0,901
S2	1	0,64	1,884	0,372	0,369	99,38	0,152	0,000
S3	4	1,28	6,391	0,786	0,778	99,01	0,090	0,000
S4	5	1,60	5,374	0,394	0,388	98,34	0,007	0,000
S5	5	1,60	0,660	0,034	0,033	97,65	0,000	0,000
S6	2	4,49	1,028	0,137	0,135	99,08	0,178	0,101
S7	4	1,28	1,921	0,183	0,180	98,72	0,000	0,000
S8	0	0,00	0,000	0,051	0,051	100,00	0,051	0,049
S9	0	0,00	0,000	0,026	0,026	100,00	0,026	0,013

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	25,32
SANTA MARIA	21	45,83

# Resultados Simulação Cenário 2025 com Reforço

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	0	0,00	0,000	0,059	0,059	100,00	0,059	0,055
D1	0	0,00	0,000	0,167	0,167	100,00	0,167	0,141
D10	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D11	0	0,00	0,000	0,401	0,401	100,00	0,401	0,189
D12	0	0,00	0,000	0,472	0,472	100,00	0,472	0,426
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,389	0,389	100,00	0,389	0,344
D2	0	0,00	0,000	2,403	2,403	100,00	2,403	2,307
D3	0	0,00	0,000	0,627	0,627	100,00	0,627	0,551
D4	0	0,00	0,000	0,233	0,233	100,00	0,233	0,172
D5	0	0,00	0,000	0,232	0,232	100,00	0,232	0,215
D6	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D7	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,105
D8	0	0,00	0,000	0,373	0,373	100,00	0,373	0,351
D9	0	0,00	0,000	0,256	0,256	100,00	0,256	0,232
DB1	0	0,00	0,000	0,082	0,082	100,00	0,082	0,082
DP3	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,084
DP5	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,013
Dreno1	312	100,00	8071084,50	10000,000	156,445	1,56	156,445	22,217
Dreno2	312	100,00	8199292,00	10000,000	0,092	0,00	0,092	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,41	23,042	0,670	0,642	95,81	0,910	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,102	0,102	100,00	0,102	0,060
P1	0	0,00	0,000	0,345	0,345	100,00	0,345	0,327
P2	0	0,00	0,000	0,083	0,083	100,00	0,083	0,066
P3	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,062	0,062	100,00	0,062	0,051
P5	0	0,00	0,000	0,067	0,067	100,00	0,067	0,044
P6	0	0,00	0,000	0,031	0,031	100,00	0,031	0,029
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0,885	100,00	0,885	0,834
S2	0	0,00	0,000	0,324	0,324	100,00	0,324	0,138
S3	0	0,00	0,000	0,685	0,685	100,00	0,685	0,564
S4	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,303
S5	0	0,00	0,000	0,030	0,030	100,00	0,030	0,005
S6	0	0,00	0,000	0,119	0,119	100,00	0,119	0,098
S7	0	0,00	0,000	0,160	0,160	100,00	0,160	0,134
S8	0	0,00	0,000	0,044	0,044	100,00	0,044	0,042

S9	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,011
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	0,245	100,00	0,245	0,233

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	19,23
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2035 com Reforço

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
B1	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,053
D1	0	0,00	0,000	0,192	0,192	100,00	0,192	0,162
D10	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D11	0	0,00	0,000	0,460	0,460	100,00	0,460	0,216
D12	0	0,00	0,000	0,542	0,542	100,00	0,542	0,489
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,446	0,446	100,00	0,446	0,395
D2	0	0,00	0,000	2,758	2,758	100,00	2,758	2,648
D3	0	0,00	0,000	0,719	0,719	100,00	0,719	0,632
D4	0	0,00	0,000	0,267	0,267	100,00	0,267	0,198
D5	0	0,00	0,000	0,266	0,266	100,00	0,266	0,246
D6	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D7	0	0,00	0,000	0,132	0,132	100,00	0,132	0,121
D8	0	0,00	0,000	0,428	0,428	100,00	0,428	0,403
D9	0	0,00	0,000	0,294	0,294	100,00	0,294	0,267
DB1	0	0,00	0,000	0,104	0,104	100,00	0,104	0,104
DP3	0	0,00	0,000	0,103	0,103	100,00	0,103	0,103
DP5	0	0,00	0,000	0,029	0,029	100,00	0,029	0,029
Dreno1	312	100,00	8071315,000	10000,000	156,168	1,56	156,168	22,487
Dreno2	312	100,00	8199292,000	10000,000	0,092	0,00	0,092	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,73	26,506	0,670	0,638	95,17	0,859	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,113	0,113	100,00	0,113	0,066
P1	0	0,00	0,000	0,396	0,396	100,00	0,396	0,375
P2	0	0,00	0,000	0,095	0,095	100,00	0,095	0,075
P3	0	0,00	0,000	0,057	0,057	100,00	0,057	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,071	0,071	100,00	0,071	0,058
P5	0	0,00	0,000	0,063	0,063	100,00	0,063	0,037
P6	0	0,00	0,000	0,036	0,036	100,00	0,036	0,033
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1,016	100,00	1,016	0,957
S2	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S3	0	0,00	0,000	0,786	0,786	100,00	0,786	0,648
S4	0	0,00	0,000	0,394	0,394	100,00	0,394	0,348
S5	0	0,00	0,000	0,034	0,034	100,00	0,034	0,006
S6	0	0,00	0,000	0,137	0,137	100,00	0,137	0,113
S7	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,154
S8	0	0,00	0,000	0,051	0,051	100,00	0,051	0,049

S9	0	0,00	0,000	0,026	0,026	100,00	0,026	0,013
SSebast	0	0,00	0,000	0,281	0,281	100,00	0,281	0,268

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	25,32
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2025 RIDE

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,275	0,275	100,00	0,275	0,228
B1	0	0,00	0,000	0,059	0,059	100,00	0,059	0,055
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,012	0,012	100,00	0,012	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,164	0,164	100,00	0,164	0,119
D1	0	0,00	0,000	0,167	0,167	100,00	0,167	0,141
D10	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D11	0	0,00	0,000	0,401	0,401	100,00	0,401	0,189
D12	0	0,00	0,000	0,472	0,472	100,00	0,472	0,426
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,389	0,389	100,00	0,389	0,344
D2	0	0,00	0,000	2,403	2,403	100,00	2,403	2,307
D3	0	0,00	0,000	0,627	0,627	100,00	0,627	0,551
D4	0	0,00	0,000	0,233	0,233	100,00	0,233	0,172
D5	0	0,00	0,000	0,232	0,232	100,00	0,232	0,215
D6	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D7	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,105
D8	0	0,00	0,000	0,373	0,373	100,00	0,373	0,351
D9	0	0,00	0,000	0,256	0,256	100,00	0,256	0,232
DB1	0	0,00	0,000	0,082	0,082	100,00	0,082	0,082
DP3	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,084
DP5	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,013
Dreno1	312	100,00	8072603,50	10000,0	154,596	1,55	154,596	19,987
Dreno2	312	100,00	8199292,00	10000,0	0,092	0,00	0,092	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,41	23,042	0,670	0,642	95,81	0,910	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,802	0,802	100,00	0,802	0,759
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,204	0,204	100,00	0,204	0,161
P1	0	0,00	0,000	0,345	0,345	100,00	0,345	0,327
P2	0	0,00	0,000	0,083	0,083	100,00	0,083	0,066
P3	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,062	0,062	100,00	0,062	0,051
P5	0	0,00	0,000	0,067	0,067	100,00	0,067	0,044
P6	0	0,00	0,000	0,031	0,031	100,00	0,031	0,029
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0,885	100,00	0,885	0,834
S2	0	0,00	0,000	0,324	0,324	100,00	0,324	0,138
S3	0	0,00	0,000	0,685	0,685	100,00	0,685	0,564
S4	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,303
S5	0	0,00	0,000	0,030	0,030	100,00	0,030	0,005



S6	0	0,00	0,000	0,119	0,119	100,00	0,119	0,098
S7	0	0,00	0,000	0,160	0,160	100,00	0,160	0,134
S8	0	0,00	0,000	0,044	0,044	100,00	0,044	0,042
S9	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,011
SADescob	0	0,00	0,000	0,106	0,106	100,00	0,106	0,064
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	0,245	100,00	0,245	0,233
Valp	0	0,00	0,000	0,307	0,307	100,00	0,307	0,261

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	14,74
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2035 RIDE

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,311	0,311	100,00	0,311	0,258
B1	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,053
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,133
D1	0	0,00	0,000	0,192	0,192	100,00	0,192	0,162
D10	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D11	0	0,00	0,000	0,460	0,460	100,00	0,460	0,216
D12	0	0,00	0,000	0,542	0,542	100,00	0,542	0,489
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,446	0,446	100,00	0,446	0,395
D2	0	0,00	0,000	2,758	2,758	100,00	2,758	2,648
D3	0	0,00	0,000	0,719	0,719	100,00	0,719	0,632
D4	0	0,00	0,000	0,267	0,267	100,00	0,267	0,198
D5	0	0,00	0,000	0,266	0,266	100,00	0,266	0,246
D6	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D7	0	0,00	0,000	0,132	0,132	100,00	0,132	0,121
D8	0	0,00	0,000	0,428	0,428	100,00	0,428	0,403
D9	0	0,00	0,000	0,294	0,294	100,00	0,294	0,267
DB1	0	0,00	0,000	0,104	0,104	100,00	0,104	0,104
DP3	0	0,00	0,000	0,103	0,103	100,00	0,103	0,103
DP5	0	0,00	0,000	0,029	0,029	100,00	0,029	0,029
Dreno1	312	100,00	8072990,50	10000,0	154,122	1,54	154,122	19,990
Dreno2	312	100,00	8199292,00	10000,0	0,092	0,00	0,092	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,73	26,506	0,670	0,638	95,17	0,859	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,877	0,877	100,00	0,877	0,831
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,225	0,225	100,00	0,225	0,177
P1	0	0,00	0,000	0,396	0,396	100,00	0,396	0,375
P2	0	0,00	0,000	0,095	0,095	100,00	0,095	0,075
P3	0	0,00	0,000	0,057	0,057	100,00	0,057	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,071	0,071	100,00	0,071	0,058
P5	0	0,00	0,000	0,063	0,063	100,00	0,063	0,037
P6	0	0,00	0,000	0,036	0,036	100,00	0,036	0,033
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1,016	100,00	1,016	0,957
S2	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S3	0	0,00	0,000	0,786	0,786	100,00	0,786	0,648
S4	0	0,00	0,000	0,394	0,394	100,00	0,394	0,348
S5	0	0,00	0,000	0,034	0,034	100,00	0,034	0,006

S6	0	0,00	0,000	0,137	0,137	100,00	0,137	0,113
S7	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,154
S8	0	0,00	0,000	0,051	0,051	100,00	0,051	0,049
S9	0	0,00	0,000	0,026	0,026	100,00	0,026	0,013
SADescob	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,069
SSebast	0	0,00	0,000	0,281	0,281	100,00	0,281	0,268
Valp	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,293

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	17,95
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2025 Variabilidade Climática

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,275	0,275	100,00	0,275	0,228
B1	0	0,00	0,000	0,059	0,059	100,00	0,059	0,055
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,012	0,012	100,00	0,012	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,164	0,164	100,00	0,164	0,119
D1	0	0,00	0,000	0,167	0,167	100,00	0,167	0,141
D10	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D11	0	0,00	0,000	0,348	0,348	100,00	0,348	0,000
D12	0	0,00	0,000	0,472	0,472	100,00	0,472	0,426
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,389	0,389	100,00	0,389	0,344
D2	0	0,00	0,000	2,403	2,403	100,00	2,403	2,307
D3	0	0,00	0,000	0,627	0,627	100,00	0,627	0,551
D4	0	0,00	0,000	0,233	0,233	100,00	0,233	0,172
D5	0	0,00	0,000	0,232	0,232	100,00	0,232	0,215
D6	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D7	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,105
D8	0	0,00	0,000	0,373	0,373	100,00	0,373	0,351
D9	0	0,00	0,000	0,256	0,256	100,00	0,256	0,232
DB1	0	0,00	0,000	0,082	0,082	100,00	0,082	0,082
DP3	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,084
DP5	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,013
Dreno1	360	100,00	9321506,00	10000,0	147,233	1,47	147,233	18,375
Dreno2	360	100,00	9460731,00	10000,0	0,088	0,00	0,088	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	7,78	35,184	0,670	0,633	94,45	0,869	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,802	0,802	100,00	0,802	0,759
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,204	0,204	100,00	0,204	0,161
P1	0	0,00	0,000	0,345	0,345	100,00	0,345	0,327
P2	0	0,00	0,000	0,083	0,083	100,00	0,083	0,066
P3	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,062	0,062	100,00	0,062	0,051
P5	0	0,00	0,000	0,067	0,067	100,00	0,067	0,044
P6	0	0,00	0,000	0,031	0,031	100,00	0,031	0,029
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0,885	100,00	0,885	0,834
S2	0	0,00	0,000	0,324	0,324	100,00	0,324	0,138
S3	0	0,00	0,000	0,685	0,685	100,00	0,685	0,564
S4	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,303
S5	0	0,00	0,000	0,030	0,030	100,00	0,030	0,005

S6	0	0,00	0,000	0,119	0,119	100,00	0,119	0,098
S7	0	0,00	0,000	0,160	0,160	100,00	0,160	0,134
S8	0	0,00	0,000	0,044	0,044	100,00	0,044	0,042
S9	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,011
SADescob	0	0,00	0,000	0,106	0,106	100,00	0,106	0,064
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	0,245	100,00	0,245	0,233
Valp	0	0,00	0,000	0,307	0,307	100,00	0,307	0,261

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	6	16,11
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2035 Variabilidade Climática

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,311	0,311	100,00	0,311	0,258
B1	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,053
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,133
D1	0	0,00	0,000	0,192	0,192	100,00	0,192	0,162
D10	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D11	0	0,00	0,000	0,460	0,460	100,00	0,460	0,216
D12	0	0,00	0,000	0,542	0,542	100,00	0,542	0,489
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,446	0,446	100,00	0,446	0,395
D2	0	0,00	0,000	2,758	2,758	100,00	2,758	2,648
D3	0	0,00	0,000	0,719	0,719	100,00	0,719	0,632
D4	0	0,00	0,000	0,267	0,267	100,00	0,267	0,198
D5	0	0,00	0,000	0,266	0,266	100,00	0,266	0,246
D6	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D7	0	0,00	0,000	0,132	0,132	100,00	0,132	0,121
D8	0	0,00	0,000	0,428	0,428	100,00	0,428	0,403
D9	0	0,00	0,000	0,294	0,294	100,00	0,294	0,267
DB1	0	0,00	0,000	0,104	0,104	100,00	0,104	0,104
DP3	0	0,00	0,000	0,103	0,103	100,00	0,103	0,103
DP5	0	0,00	0,000	0,029	0,029	100,00	0,029	0,029
Dreno1	360	100,00	9321942,00	10000,0	146,768	1,47	146,768	18,283
Dreno2	360	100,00	9460731,00	10000,0	0,088	0,00	0,088	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	8,06	40,001	0,670	0,628	93,69	0,816	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,877	0,877	100,00	0,877	0,831
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,225	0,225	100,00	0,225	0,177
P1	0	0,00	0,000	0,396	0,396	100,00	0,396	0,375
P2	0	0,00	0,000	0,095	0,095	100,00	0,095	0,075
P3	0	0,00	0,000	0,057	0,057	100,00	0,057	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,071	0,071	100,00	0,071	0,058
P5	0	0,00	0,000	0,063	0,063	100,00	0,063	0,037
P6	0	0,00	0,000	0,036	0,036	100,00	0,036	0,033
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1,016	100,00	1,016	0,957
S2	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S3	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S4	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S5	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158

S6	0	0,00	0,000	0,137	0,137	100,00	0,137	0,113
S7	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,154
S8	0	0,00	0,000	0,051	0,051	100,00	0,051	0,049
S9	0	0,00	0,000	0,026	0,026	100,00	0,026	0,013
SADescob	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,069
SSebast	0	0,00	0,000	0,281	0,281	100,00	0,281	0,268
Valp	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,293

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	7	20,28
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2025 RIDE e Alívio

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,275	0,275	100,00	0,275	0,228
B1	0	0,00	0,000	0,059	0,059	100,00	0,059	0,055
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,012	0,012	100,00	0,012	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,164	0,164	100,00	0,164	0,119
D1	0	0,00	0,000	0,167	0,167	100,00	0,167	0,141
D10	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D11	0	0,00	0,000	0,401	0,401	100,00	0,401	0,189
D12	0	0,00	0,000	0,472	0,472	100,00	0,472	0,426
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,389	0,389	100,00	0,389	0,344
D2	0	0,00	0,000	2,403	2,403	100,00	2,403	2,307
D3	0	0,00	0,000	0,627	0,627	100,00	0,627	0,551
D4	0	0,00	0,000	0,233	0,233	100,00	0,233	0,172
D5	0	0,00	0,000	0,232	0,232	100,00	0,232	0,215
D6	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D7	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,105
D8	0	0,00	0,000	0,373	0,373	100,00	0,373	0,351
D9	0	0,00	0,000	0,256	0,256	100,00	0,256	0,232
DB1	0	0,00	0,000	0,082	0,082	100,00	0,082	0,082
DP3	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,084
DP5	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,013
Dreno1	312	100,00	8072604,00	10000,0	154,597	1,55	154,597	18,960
Dreno2	312	100,00	8199292,00	10000,0	0,092	0,00	0,092	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,41	23,042	0,670	0,642	95,81	0,910	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,802	0,802	100,00	0,802	0,759
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,204	0,204	100,00	0,204	0,161
P1	0	0,00	0,000	0,345	0,345	100,00	0,345	0,327
P2	0	0,00	0,000	0,083	0,083	100,00	0,083	0,066
P3	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,062	0,062	100,00	0,062	0,051
P5	0	0,00	0,000	0,067	0,067	100,00	0,067	0,044
P6	0	0,00	0,000	0,031	0,031	100,00	0,031	0,029
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0,885	100,00	0,885	0,834
S2	0	0,00	0,000	0,324	0,324	100,00	0,324	0,138
S3	0	0,00	0,000	0,685	0,685	100,00	0,685	0,564
S4	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,303
S5	0	0,00	0,000	0,030	0,030	100,00	0,030	0,005



S6	0	0,00	0,000	0,119	0,119	100,00	0,119	0,098
S7	0	0,00	0,000	0,160	0,160	100,00	0,160	0,134
S8	0	0,00	0,000	0,044	0,044	100,00	0,044	0,042
S9	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,011
SADescob	0	0,00	0,000	0,106	0,106	100,00	0,106	0,064
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	0,245	100,00	0,245	0,233
Valp	0	0,00	0,000	0,307	0,307	100,00	0,307	0,261

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	5	7,69
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2035 RIDE e Alívio

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,311	0,311	100,00	0,311	0,258
B1	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,053
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,133
D1	0	0,00	0,000	0,192	0,192	100,00	0,192	0,162
D10	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D11	0	0,00	0,000	0,460	0,460	100,00	0,460	0,216
D12	0	0,00	0,000	0,542	0,542	100,00	0,542	0,489
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,446	0,446	100,00	0,446	0,395
D2	0	0,00	0,000	2,758	2,758	100,00	2,758	2,648
D3	0	0,00	0,000	0,719	0,719	100,00	0,719	0,632
D4	0	0,00	0,000	0,267	0,267	100,00	0,267	0,198
D5	0	0,00	0,000	0,266	0,266	100,00	0,266	0,246
D6	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D7	0	0,00	0,000	0,132	0,132	100,00	0,132	0,121
D8	0	0,00	0,000	0,428	0,428	100,00	0,428	0,403
D9	0	0,00	0,000	0,294	0,294	100,00	0,294	0,267
DB1	0	0,00	0,000	0,104	0,104	100,00	0,104	0,104
DP3	0	0,00	0,000	0,103	0,103	100,00	0,103	0,103
DP5	0	0,00	0,000	0,029	0,029	100,00	0,029	0,029
Dreno1	312	100,00	8072991,00	10000,0	154,122	1,54	154,122	18,810
Dreno2	312	100,00	8199292,00	10000,0	0,092	0,00	0,092	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	6,73	26,506	0,670	0,638	95,17	0,859	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,877	0,877	100,00	0,877	0,831
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,225	0,225	100,00	0,225	0,177
P1	0	0,00	0,000	0,396	0,396	100,00	0,396	0,375
P2	0	0,00	0,000	0,095	0,095	100,00	0,095	0,075
P3	0	0,00	0,000	0,057	0,057	100,00	0,057	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,071	0,071	100,00	0,071	0,058
P5	0	0,00	0,000	0,063	0,063	100,00	0,063	0,037
P6	0	0,00	0,000	0,036	0,036	100,00	0,036	0,033
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1,016	100,00	1,016	0,957
S2	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S3	0	0,00	0,000	0,786	0,786	100,00	0,786	0,648
S4	0	0,00	0,000	0,394	0,394	100,00	0,394	0,348
S5	0	0,00	0,000	0,034	0,034	100,00	0,034	0,006

S6	0	0,00	0,000	0,137	0,137	100,00	0,137	0,113
S7	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,154
S8	0	0,00	0,000	0,051	0,051	100,00	0,051	0,049
S9	0	0,00	0,000	0,026	0,026	100,00	0,026	0,013
SADescob	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,069
SSebast	0	0,00	0,000	0,281	0,281	100,00	0,281	0,268
Valp	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,293

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	6	9,29
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2025 Variabilidade e Alívio

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,275	0,275	100,00	0,275	0,228
B1	0	0,00	0,000	0,059	0,059	100,00	0,059	0,055
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,012	0,012	100,00	0,012	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,164	0,164	100,00	0,164	0,119
D1	0	0,00	0,000	0,167	0,167	100,00	0,167	0,141
D10	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D11	0	0,00	0,000	0,348	0,348	100,00	0,348	0,000
D12	0	0,00	0,000	0,472	0,472	100,00	0,472	0,426
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,389	0,389	100,00	0,389	0,344
D2	0	0,00	0,000	2,403	2,403	100,00	2,403	2,307
D3	0	0,00	0,000	0,627	0,627	100,00	0,627	0,551
D4	0	0,00	0,000	0,233	0,233	100,00	0,233	0,172
D5	0	0,00	0,000	0,232	0,232	100,00	0,232	0,215
D6	0	0,00	0,000	0,052	0,052	100,00	0,052	0,048
D7	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,105
D8	0	0,00	0,000	0,373	0,373	100,00	0,373	0,351
D9	0	0,00	0,000	0,256	0,256	100,00	0,256	0,232
DB1	0	0,00	0,000	0,082	0,082	100,00	0,082	0,082
DP3	0	0,00	0,000	0,084	0,084	100,00	0,084	0,084
DP5	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,013
Dreno1	360	100,00	9321508,00	10000,0	147,233	1,47	147,233	17,347
Dreno2	360	100,00	9460731,00	10000,0	0,088	0,00	0,088	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	7,78	35,184	0,670	0,633	94,45	0,869	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,802	0,802	100,00	0,802	0,759
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,204	0,204	100,00	0,204	0,161
P1	0	0,00	0,000	0,345	0,345	100,00	0,345	0,327
P2	0	0,00	0,000	0,083	0,083	100,00	0,083	0,066
P3	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,062	0,062	100,00	0,062	0,051
P5	0	0,00	0,000	0,067	0,067	100,00	0,067	0,044
P6	0	0,00	0,000	0,031	0,031	100,00	0,031	0,029
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	0,885	0,885	100,00	0,885	0,834
S2	0	0,00	0,000	0,324	0,324	100,00	0,324	0,138
S3	0	0,00	0,000	0,685	0,685	100,00	0,685	0,564
S4	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,303
S5	0	0,00	0,000	0,030	0,030	100,00	0,030	0,005

S6	0	0,00	0,000	0,119	0,119	100,00	0,119	0,098
S7	0	0,00	0,000	0,160	0,160	100,00	0,160	0,134
S8	0	0,00	0,000	0,044	0,044	100,00	0,044	0,042
S9	0	0,00	0,000	0,023	0,023	100,00	0,023	0,011
SADescob	0	0,00	0,000	0,106	0,106	100,00	0,106	0,064
SSebast	0	0,00	0,000	0,245	0,245	100,00	0,245	0,233
Valp	0	0,00	0,000	0,307	0,307	100,00	0,307	0,261

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	4	8,33
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

# Resultados Simulação Cenário 2035 Variabilidade e Alívio

Demanda	Tempo máximo abaixo da demanda (mês(es))	Frequência abaixo da demanda (%)	Volume acumulado dos déficits (Mm³)	Demanda média necessária (m³/s)	Vazão média fornecida (m³/s)	Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)	Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (m³/s)	Vazão mínima fornecida (m³/s)
ALindas	0	0,00	0,000	0,311	0,311	100,00	0,311	0,258
B1	0	0,00	0,000	0,058	0,058	100,00	0,058	0,053
CocalGirassol	0	0,00	0,000	0,013	0,013	100,00	0,013	0,002
COcid	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,133
D1	0	0,00	0,000	0,192	0,192	100,00	0,192	0,162
D10	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D11	0	0,00	0,000	0,460	0,460	100,00	0,460	0,216
D12	0	0,00	0,000	0,542	0,542	100,00	0,542	0,489
D13	0	0,00	0,000	0,000	0,000	100,00	0,000	0,000
D14	0	0,00	0,000	0,005	0,005	100,00	0,005	0,000
D15	0	0,00	0,000	0,446	0,446	100,00	0,446	0,395
D2	0	0,00	0,000	2,758	2,758	100,00	2,758	2,648
D3	0	0,00	0,000	0,719	0,719	100,00	0,719	0,632
D4	0	0,00	0,000	0,267	0,267	100,00	0,267	0,198
D5	0	0,00	0,000	0,266	0,266	100,00	0,266	0,246
D6	0	0,00	0,000	0,060	0,060	100,00	0,060	0,055
D7	0	0,00	0,000	0,132	0,132	100,00	0,132	0,121
D8	0	0,00	0,000	0,428	0,428	100,00	0,428	0,403
D9	0	0,00	0,000	0,294	0,294	100,00	0,294	0,267
DB1	0	0,00	0,000	0,104	0,104	100,00	0,104	0,104
DP3	0	0,00	0,000	0,103	0,103	100,00	0,103	0,103
DP5	0	0,00	0,000	0,029	0,029	100,00	0,029	0,029
Dreno1	360	100,00	9321943,00	10000,0	146,769	1,47	146,769	17,103
Dreno2	360	100,00	9460731,00	10000,0	0,088	0,00	0,088	0,000
I1	0	0,00	0,000	1,098	1,098	100,00	1,098	0,255
I2	0	0,00	0,000	0,099	0,099	100,00	0,099	0,021
I3	3	8,06	40,001	0,670	0,628	93,69	0,816	0,258
I4	0	0,00	0,000	0,056	0,056	100,00	0,056	0,016
Luziania	0	0,00	0,000	0,877	0,877	100,00	0,877	0,831
NovoGamma	0	0,00	0,000	0,225	0,225	100,00	0,225	0,177
P1	0	0,00	0,000	0,396	0,396	100,00	0,396	0,375
P2	0	0,00	0,000	0,095	0,095	100,00	0,095	0,075
P3	0	0,00	0,000	0,057	0,057	100,00	0,057	0,043
P4	0	0,00	0,000	0,071	0,071	100,00	0,071	0,058
P5	0	0,00	0,000	0,063	0,063	100,00	0,063	0,037
P6	0	0,00	0,000	0,036	0,036	100,00	0,036	0,033
QremC	0	0,00	0,000	5,842	5,842	100,00	5,842	5,842
QremD	0	0,00	0,000	0,471	0,471	100,00	0,471	0,471
QremP	0	0,00	0,000	0,940	0,940	100,00	0,940	0,940
S1	0	0,00	0,000	1,016	1,016	100,00	1,016	0,957
S2	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S3	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S4	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158
S5	0	0,00	0,000	0,372	0,372	100,00	0,372	0,158

S6	0	0,00	0,000	0,137	0,137	100,00	0,137	0,113
S7	0	0,00	0,000	0,183	0,183	100,00	0,183	0,154
S8	0	0,00	0,000	0,051	0,051	100,00	0,051	0,049
S9	0	0,00	0,000	0,026	0,026	100,00	0,026	0,013
SADescob	0	0,00	0,000	0,115	0,115	100,00	0,115	0,069
SSebast	0	0,00	0,000	0,281	0,281	100,00	0,281	0,268
Valp	0	0,00	0,000	0,343	0,343	100,00	0,343	0,293

Reservatórios	Tempo máximo abaixo do volume meta (mês(es))	Frequência abaixo do volume meta (%)
CORUMBA4	0	0,00
DESCOBERTO	6	11,11
PARANOA	0	0,00
SANTAMARIA	0	0,00

## **APÊNDICE C – VAZÕES NATURAIS COM VARIABILIDADE CLIMÁTICA**



Vazão Estimada – Ribeirão das Pedras (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	6,09	4,16	2,04	1,96	1,05	0,985	0,836	1,16	1,23	0,987	1,39	1,84
1980	3,26	6,03	2,83	2,3	1,35	1,09	1,44	1,17	1,2	0,686	1,84	2,42
1981	1,87	1,45	2,56	1,8	1,29	1,15	0,969	0,801	0,608	1,74	2,69	1,94
1982	3,26	1,72	2,17	1,75	1,31	0,995	0,806	0,78	0,78	1,23	1,32	1,61
1983	3,05	4,07	2,1	1,71	1,26	0,988	0,893	0,691	1	1,35	2,3	2,37
1984	1,99	2,02	2,1	2,42	1,31	1,1	1,12	1,36	1,16	1,28	1,17	1,29
1985	2,29	1,56	1,38	1,51	1,18	0,954	0,883	0,781	0,728	0,958	0,875	1,32
1986	2,01	1,83	1,4	1,07	1,15	0,973	0,931	0,954	0,828	1,03	0,914	1,32
1987	1,56	1,7	2,82	2,03	1,27	1,03	0,886	0,775	0,796	1,15	2,29	3,08
1988	2,18	2,89	3,21	2,88	1,49	1,34	1,23	1,11	1,01	1,3	1,88	2,1
1989	2,11	2,08	3,96	1,6	1,35	1,16	1,09	1,1	1,18	1,21	1,75	4,66
1990	2,47	2,12	1,96	1,73	1,46	1,14	1,25	1,02	1,12	1,26	1,41	1,37
1991	2,11	2,52	3,17	2,82	1,5	1,23	1,14	1,02	0,965	1,22	1,62	2,28
1992	2,97	4,38	2,82	3,62	2,02	1,45	1,25	1,18	1,24	1,41	1,78	2
1993	1,58	1,78	1,54	1,57	1,17	1,07	0,963	1,01	0,996	0,952	0,956	1,76
1994	2,11	1,78	2,1	1,92	1,52	1,4	1,27	1,15	1,07	1,16	1,49	1,66
1995	1,85	1,75	1,78	1,74	1,45	1,26	1,18	0,988	0,929	1,04	1,23	1,51
1996	1,5	0,97	1,75	1,26	0,851	0,649	0,51	0,539	0,472	0,737	1,55	1,41
1997	1,58	1,78	1,54	1,57	1,17	1,07	0,963	1,01	0,996	0,952	0,956	1,76
1998	2,11	1,78	2,1	1,92	1,52	1,4	1,27	1,15	1,07	1,16	1,49	1,66
1999	1,85	1,75	1,78	1,74	1,45	1,26	1,18	0,988	0,929	1,04	1,23	1,51
2000	1,5	0,97	1,75	1,26	0,851	0,649	0,51	0,539	0,472	0,737	1,55	1,41
2001	2,92	2,51	3,35	2,87	2,07	1,5	1,19	0,965	0,976	0,883	1,56	1,75
2002	1,85	2,11	2,48	1,52	1,07	0,793	0,648	0,598	0,49	0,896	2,22	2,93
2003	1,88	1,76	3,8	1,6	1,17	0,972	0,761	0,602	0,812	0,96	2,26	2,51
2004	2,85	2,96	2,99	1,86	1,17	0,965	0,859	0,819	0,996	0,993	1,89	2,21
2005	1,84	2,04	3,3	1,68	1,3	0,943	0,834	0,801	0,772	1,04	1,82	2,56
2006	2,76	2,92	2,11	1,86	1,22	1	0,916	0,798	0,807	0,764	1,39	1,31
2007	1,97	1,36	2,02	1,56	0,836	0,606	0,493	0,437	0,384	0,412	0,599	0,594
2008	2,74	3,44	3,23	2,75	1,3	0,995	0,804	0,635	0,498	0,662	0,823	1,37

Vazão Estimada – Capão da Onça (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,365	0,339	0,274	0,261	0,21	0,184	0,168	0,15	0,149	0,148	0,134	0,134
1980	0,234	0,354	0,249	0,241	0,207	0,182	0,172	0,152	0,143	0,139	0,144	0,176
1981	0,219	0,183	0,283	0,274	0,215	0,179	0,152	0,137	0,109	0,226	0,318	0,284
1982	0,31	0,261	0,302	0,232	0,198	0,169	0,153	0,141	0,135	0,158	0,124	0,135
1983	0,226	0,344	0,294	0,253	0,183	0,15	0,138	0,132	0,111	0,124	0,222	0,273
1984	0,178	0,165	0,18	0,229	0,144	0,137	0,113	0,097	0,085	0,108	0,082	0,116
1985	0,19	0,172	0,173	0,181	0,139	0,116	0,096	0,086	0,077	0,135	0,114	0,15
1986	0,227	0,194	0,163	0,135	0,12	0,101	0,08	0,07	0,061	0,071	0,07	0,1
1987	0,096	0,089	0,15	0,119	0,101	0,083	0,064	0,055	0,04	0,041	0,133	0,21
1988	0,162	0,217	0,292	0,272	0,208	0,144	0,125	0,097	0,071	0,109	0,151	0,213
1989	0,24	0,243	0,23	0,192	0,137	0,121	0,105	0,095	0,083	0,11	0,127	0,291
1990	0,27	0,225	0,207	0,193	0,17	0,138	0,135	0,107	0,113	0,126	0,124	0,128
1991	0,153	0,162	0,212	0,242	0,165	0,137	0,103	0,102	0,096	0,109	0,099	0,128
1992	0,187	0,297	0,207	0,23	0,199	0,156	0,131	0,107	0,108	0,135	0,184	0,366
1993	0,236	0,208	0,205	0,185	0,16	0,135	0,129	0,133	0,126	0,108	0,097	0,164
1994	0,227	0,203	0,299	0,237	0,198	0,18	0,15	0,125	0,118	0,116	0,11	0,109
1995	0,199	0,178	0,19	0,197	0,175	0,137	0,116	0,098	0,082	0,079	0,134	0,206
1996	0,178	0,139	0,177	0,147	0,112	0,095	0,077	0,069	0,062	0,095	0,154	0,12
1997	0,238	0,167	0,231	0,247	0,197	0,146	0,113	0,088	0,092	0,081	0,075	0,098
1998	0,134	0,146	0,185	0,14	0,108	0,082	0,064	0,055	0,037	0,06	0,146	0,118
1999	0,137	0,111	0,197	0,12	0,084	0,071	0,06	0,054	0,046	0,079	0,148	0,197
2000	0,235	0,213	0,217	0,162	0,119	0,099	0,082	0,077	0,089	0,088	0,185	0,204
2001	0,19	0,163	0,201	0,137	0,107	0,08	0,05	0,051	0,06	0,07	0,195	0,195
2002	0,189	0,196	0,176	0,146	0,12	0,108	0,092	0,072	0,061	0,032	0,068	0,082
2003	0,075	0,074	0,102	0,192	0,129	0,099	0,08	0,073	0,059	0,024	0,107	0,095
2004	0,235	0,213	0,217	0,162	0,119	0,099	0,082	0,077	0,089	0,088	0,185	0,204
2005	0,19	0,163	0,201	0,137	0,107	0,08	0,05	0,051	0,06	0,07	0,195	0,195
2006	0,189	0,196	0,176	0,146	0,12	0,108	0,092	0,072	0,061	0,032	0,068	0,082
2007	0,075	0,074	0,102	0,192	0,129	0,099	0,08	0,073	0,059	0,024	0,107	0,095
2008	0,232	0,27	0,281	0,285	0,191	0,15	0,127	0,105	0,083	0,098	0,104	0,135

Vazão Estimada – Barroão (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,613	0,572	0,452	0,425	0,336	0,294	0,266	0,237	0,235	0,233	0,215	0,217
1980	0,388	0,599	0,41	0,392	0,331	0,289	0,273	0,239	0,226	0,219	0,231	0,288
1981	0,361	0,3	0,468	0,447	0,344	0,286	0,24	0,216	0,172	0,356	0,515	0,47
1982	0,517	0,436	0,5	0,376	0,317	0,268	0,242	0,223	0,213	0,249	0,198	0,219
1983	0,373	0,581	0,487	0,412	0,292	0,238	0,218	0,208	0,176	0,196	0,358	0,452
1984	0,291	0,268	0,292	0,371	0,229	0,217	0,179	0,153	0,133	0,17	0,13	0,188
1985	0,311	0,281	0,28	0,29	0,221	0,183	0,15	0,135	0,121	0,212	0,181	0,245
1986	0,376	0,32	0,263	0,213	0,189	0,159	0,126	0,11	0,096	0,111	0,11	0,161
1987	0,149	0,137	0,24	0,187	0,158	0,13	0,101	0,085	0,062	0,064	0,213	0,346
1988	0,264	0,36	0,482	0,442	0,333	0,228	0,198	0,153	0,111	0,171	0,242	0,351
1989	0,398	0,405	0,378	0,309	0,217	0,192	0,165	0,149	0,131	0,173	0,203	0,482
1990	0,45	0,374	0,337	0,31	0,271	0,218	0,214	0,169	0,179	0,199	0,199	0,208
1991	0,248	0,264	0,346	0,393	0,262	0,217	0,162	0,161	0,151	0,171	0,158	0,207
1992	0,307	0,499	0,339	0,374	0,318	0,248	0,207	0,168	0,17	0,212	0,296	0,608
1993	0,391	0,344	0,334	0,297	0,255	0,215	0,203	0,21	0,199	0,171	0,154	0,267
1994	0,375	0,335	0,495	0,385	0,316	0,287	0,237	0,198	0,186	0,182	0,175	0,176
1995	0,328	0,291	0,309	0,317	0,278	0,217	0,183	0,154	0,128	0,124	0,215	0,339
1996	0,29	0,223	0,287	0,233	0,176	0,149	0,12	0,108	0,098	0,15	0,248	0,194
1997	0,394	0,272	0,379	0,402	0,314	0,232	0,178	0,138	0,145	0,126	0,118	0,158
1998	0,216	0,236	0,301	0,222	0,17	0,129	0,099	0,085	0,058	0,095	0,235	0,19
1999	0,221	0,176	0,321	0,188	0,132	0,111	0,094	0,084	0,072	0,124	0,238	0,324
2000	0,389	0,353	0,355	0,258	0,188	0,156	0,129	0,12	0,141	0,138	0,299	0,335
2001	0,311	0,267	0,328	0,217	0,168	0,125	0,078	0,079	0,094	0,109	0,314	0,321
2002	0,31	0,323	0,285	0,232	0,189	0,171	0,145	0,112	0,096	0,05	0,107	0,131
2003	0,114	0,111	0,158	0,309	0,204	0,155	0,126	0,115	0,092	0,037	0,17	0,151
2004	0,389	0,353	0,355	0,258	0,188	0,156	0,129	0,12	0,141	0,138	0,299	0,335
2005	0,311	0,267	0,328	0,217	0,168	0,125	0,078	0,079	0,094	0,109	0,314	0,321
2006	0,31	0,323	0,285	0,232	0,189	0,171	0,145	0,112	0,096	0,05	0,107	0,131
2007	0,114	0,111	0,158	0,309	0,204	0,155	0,126	0,115	0,092	0,037	0,17	0,151
2008	0,384	0,453	0,464	0,465	0,305	0,239	0,2	0,164	0,13	0,154	0,165	0,22

Vazão Estimada – Outros Tribut1 (Rio Descoberto) (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	27,83	23,78	15,88	13,83	10,48	9,34	8,14	7,42	7,19	6,2	8,29	9,12
1980	18,96	30,7	16,31	15,54	11,7	9,81	9,46	7,73	7,5	5,79	9,96	14,02
1981	14,39	11,15	16,31	15,16	11,24	9,75	8,51	7,13	5,96	11,32	17,86	14,9
1982	20,66	14,83	16,66	13,62	10,71	8,59	6,94	7,07	5,14	6,68	6,56	8,45
1983	19,12	26,8	17,99	14,45	10,18	8,49	7,61	6,4	6,23	7,84	13,3	15,54
1984	11,96	11,58	11,63	13,5	8,6	7,18	5,83	5,06	5,11	5,63	4,71	6,13
1985	14,64	11,56	10,7	11,45	8,16	6,39	5,56	4,64	3,98	5,73	5,63	9,14
1986	14	11,87	9,34	7,32	6,64	5,36	4,61	4,3	3,68	4,49	4,1	8,51
1987	8,45	7,61	13,36	10,19	7,21	5,38	4,28	3,55	3,41	4,27	9,67	13,14
1988	10,08	12,31	16,86	13,82	9,16	7,51	6,39	5,48	4,64	6,48	8,88	12,32
1989	12,81	11,97	15,76	10,3	8,24	6,84	5,9	5,43	5,13	6,3	8,81	25,54
1990	17,95	14,94	12,55	11,08	9,42	7,44	7,16	5,6	5,81	6,08	7,26	7,37
1991	11,05	13,16	17,19	16,15	10,59	8,44	7,2	5,89	5,26	5,6	6,92	10,28
1992	13,91	22,11	14,34	17,16	11,67	9,43	7,47	6,48	6,36	7,47	10,64	20,83
1993	12,39	12,94	11,88	11,61	9,14	7,49	6,15	5,88	5,13	4,88	4,85	10,47
1994	16,26	14,76	22,45	15,75	11,89	9,89	7,96	6,83	5,75	5,94	7,97	10,95
1995	12,84	12,69	13,33	13,2	10,92	8,06	6,4	5,08	4,25	4,52	6,46	10,33
1996	8,92	6,62	9,82	8,05	5,64	4,36	3,34	2,96	2,68	3,78	7,83	7,45
1997	16,53	11,4	15,66	15	11,03	8,31	6,16	4,64	4,57	3,95	5,36	7,6
1998	8,85	9,71	11,4	7,98	5,8	4,37	3,34	2,81	1,98	3,11	9,54	11,14
1999	9,48	7,35	14,77	8,39	6,44	5,25	4,12	2,88	2,85	3,86	9,75	12,82
2000	8,92	6,62	9,82	8,05	5,64	4,36	3,34	2,96	2,68	3,78	7,83	7,45
2001	16,53	11,4	15,66	15	11,03	8,31	6,16	4,64	4,57	3,95	5,36	7,6
2002	8,85	9,71	11,4	7,98	5,8	4,37	3,34	2,81	1,98	3,11	9,54	11,14
2003	9,48	7,35	14,77	8,39	6,44	5,25	4,12	2,88	2,85	3,86	9,75	12,82
2004	16,32	15,63	15,02	10,61	7,34	5,79	4,76	3,83	4,77	4,53	11,81	13,84
2005	12,32	10,31	14,73	9,09	6,8	4,99	4,05	3,6	3,46	4,35	10,59	14,01
2006	16,04	16,91	11,95	9,93	7,07	5,76	4,89	3,86	3,58	3,01	5,13	5,45
2007	9,92	8,72	11,03	11,26	6,43	4,87	3,68	2,98	2,52	2,25	3,93	3,69
2008	14,53	22,07	18,9	19,15	10,24	7,63	5,72	4,44	3,23	3,93	5,7	9,28

Vazão Estimada – Rio Corumbá (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	375	252	262	207	129	99	78	61	57	67	97	123
1980	331	502	265	226	147	111	91	72	64	61	105	181
1981	221	145	180	208	121	94	76	60	45	97	237	214
1982	411	286	382	282	181	136	104	88	80	104	110	174
1983	333	520	410	275	176	134	107	90	85	98	162	252
1984	213	169	161	172	108	78	59	50	52	53	55	94
1985	320	242	246	194	108	82	67	53	43	64	97	150
1986	241	202	132	80	77	54	46	44	35	37	39	60
1987	127	120	154	154	135	74	48	39	35	42	131	264
1988	171	178	322	227	158	107	78	59	42	77	108	176
1989	154	191	195	114	83	67	54	51	53	52	118	418
1990	299	219	175	154	132	95	82	55	67	65	78	78
1991	147	148	252	278	179	99	86	65	48	53	105	199
1992	205	338	206	276	159	119	91	76	81	142	237	288
1993	230	290	233	198	128	101	79	70	61	70	76	195
1994	317	237	429	304	160	118	97	75	57	52	103	187
1995	189	204	204	231	150	100	76	60	47	50	90	126
1996	121	91	127	116	95	50	37	30	28	35	77	106
1997	212	151	190	235	137	105	80	61	53	51	58	101
1998	123	158	151	105	76	58	42	32	24	39	95	133
1999	106	88	179	89	62	45	34	25	28	40	73	117
2000	121	91	127	116	95	50	37	30	28	35	77	106
2001	212	151	190	235	137	105	80	61	53	51	58	101
2002	123	158	151	105	76	58	42	32	24	39	95	133
2003	106	88	179	89	62	45	34	25	28	40	73	117
2004	179	190	250	144	92	68	54	42	62	43	120	187
2005	140	107	169	136	84	67	50	38	39	63	101	136
2006	235	296	188	133	83	63	51	40	43	30	61	85
2007	159	163	188	156	87	62	48	37	34	35	74	90
2008	202	478	389	338	211	115	88	67	49	55	79	114

Vazão Estimada – Alagado (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,691	0,556	0,611	0,36	0,217	0,171	0,143	0,105	0,171	0,172	0,264	0,349
1980	0,623	1,042	0,484	0,389	0,234	0,178	0,149	0,112	0,184	0,164	0,307	0,395
1981	0,445	0,17	0,319	0,226	0,167	0,144	0,115	0,09	0,091	0,93	0,545	0,384
1982	0,671	0,461	0,572	0,442	0,234	0,17	0,141	0,11	0,165	0,223	0,223	0,225
1983	0,581	0,949	0,914	0,499	0,246	0,187	0,149	0,118	0,225	0,249	0,454	0,45
1984	0,448	0,411	0,44	0,413	0,213	0,17	0,144	0,116	0,192	0,2	0,18	0,17
1985	0,319	0,232	0,245	0,264	0,182	0,148	0,127	0,098	0,131	0,189	0,18	0,216
1986	0,306	0,191	0,069	0,131	0,137	0,12	0,099	0,083	0,069	0,115	0,068	0,106
1987	0,082	0,027	0,178	0,173	0,142	0,114	0,085	0,069	0,043	0,095	0,15	0,324
1988	0,131	0,168	0,225	0,269	0,152	0,128	0,103	0,082	0,065	0,164	0,213	0,259
1989	0,342	0,372	0,285	0,183	0,156	0,142	0,118	0,101	0,177	0,21	0,354	0,759
1990	0,613	0,66	0,405	0,31	0,206	0,159	0,168	0,104	0,204	0,19	0,239	0,216
1991	0,357	0,424	0,551	0,447	0,23	0,175	0,142	0,104	0,151	0,19	0,395	0,419
1992	0,528	1,017	0,491	0,463	0,242	0,185	0,153	0,115	0,203	0,313	0,699	0,598
1993	0,501	0,719	0,424	0,37	0,227	0,183	0,146	0,117	0,216	0,202	0,239	0,433
1994	0,54	0,415	0,713	0,356	0,234	0,191	0,168	0,111	0,153	0,173	0,307	0,288
1995	0,28	0,336	0,301	0,211	0,163	0,124	0,097	0,08	0,064	0,116	0,134	0,375
1996	0,141	0,027	0,023	0,141	0,125	0,108	0,088	0,075	0,057	0,151	0,215	0,222
1997	0,491	0,245	0,5	0,341	0,204	0,175	0,14	0,104	0,123	0,119	0,222	0,106
1998	0,199	0,195	0,086	0,095	0,115	0,102	0,079	0,071	0,046	0,125	0,265	0,439
1999	0,323	0,109	0,134	0,111	0,125	0,111	0,089	0,072	0,058	0,119	0,199	0,226
2000	0,201	0,193	0,218	0,173	0,143	0,121	0,1	0,085	0,111	0,129	0,248	0,203
2001	0,177	0,084	0,148	0,301	0,13	0,111	0,083	0,073	0,059	0,113	0,094	0,129
2002	0,243	0,202	0,065	0,146	0,132	0,112	0,086	0,065	0,034	0,067	0,106	0,116
2003	0,175	0,055	0,063	0,117	0,112	0,097	0,077	0,065	0,003	0,038	0,057	0,028
2004	0,185	0,372	0,245	0,24	0,168	0,131	0,104	0,086	0,061	0,043	0,129	0,133
2005	0,177	0,084	0,148	0,301	0,13	0,111	0,083	0,073	0,059	0,113	0,094	0,129
2006	0,243	0,202	0,065	0,146	0,132	0,112	0,086	0,065	0,034	0,067	0,106	0,116
2007	0,175	0,055	0,063	0,117	0,112	0,097	0,077	0,065	0,003	0,038	0,057	0,028
2008	0,185	0,372	0,245	0,24	0,168	0,131	0,104	0,086	0,061	0,043	0,129	0,133

Vazão Estimada – Ponte de Terra (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,478	0,386	0,424	0,247	0,148	0,117	0,099	0,072	0,121	0,122	0,185	0,242
1980	0,431	0,728	0,334	0,268	0,159	0,122	0,102	0,077	0,13	0,116	0,217	0,274
1981	0,307	0,114	0,218	0,154	0,114	0,099	0,079	0,062	0,063	0,688	0,386	0,266
1982	0,464	0,319	0,397	0,305	0,16	0,116	0,097	0,075	0,117	0,159	0,157	0,155
1983	0,402	0,663	0,639	0,344	0,168	0,128	0,102	0,081	0,16	0,18	0,321	0,313
1984	0,309	0,283	0,303	0,284	0,145	0,116	0,099	0,079	0,136	0,142	0,125	0,116
1985	0,22	0,157	0,166	0,181	0,124	0,102	0,088	0,068	0,092	0,134	0,125	0,148
1986	0,21	0,128	0,041	0,088	0,094	0,083	0,068	0,057	0,047	0,079	0,045	0,071
1987	0,054	0,013	0,118	0,117	0,097	0,078	0,058	0,048	0,028	0,064	0,104	0,225
1988	0,089	0,112	0,151	0,184	0,104	0,088	0,071	0,056	0,044	0,116	0,149	0,179
1989	0,235	0,256	0,193	0,124	0,107	0,098	0,081	0,069	0,126	0,15	0,25	0,529
1990	0,424	0,46	0,279	0,212	0,141	0,109	0,115	0,071	0,145	0,135	0,168	0,148
1991	0,246	0,293	0,382	0,308	0,157	0,12	0,097	0,071	0,106	0,135	0,279	0,291
1992	0,365	0,711	0,339	0,319	0,165	0,127	0,105	0,078	0,144	0,227	0,496	0,416
1993	0,346	0,501	0,292	0,254	0,154	0,125	0,1	0,08	0,154	0,144	0,168	0,301
1994	0,373	0,287	0,496	0,245	0,159	0,131	0,116	0,076	0,108	0,122	0,217	0,199
1995	0,192	0,231	0,205	0,144	0,112	0,085	0,067	0,055	0,043	0,08	0,093	0,26
1996	0,096	0,013	0,024	0,095	0,085	0,074	0,061	0,052	0,038	0,106	0,15	0,153
1997	0,339	0,167	0,346	0,235	0,139	0,12	0,097	0,071	0,086	0,082	0,155	0,071
1998	0,136	0,131	0,053	0,063	0,079	0,07	0,054	0,049	0,031	0,087	0,187	0,305
1999	0,222	0,071	0,087	0,074	0,086	0,076	0,061	0,05	0,039	0,082	0,139	0,156
2000	0,137	0,13	0,146	0,117	0,098	0,084	0,069	0,058	0,077	0,089	0,174	0,14
2001	0,12	0,053	0,097	0,206	0,089	0,076	0,057	0,05	0,039	0,077	0,064	0,087
2002	0,166	0,136	0,038	0,099	0,09	0,077	0,059	0,045	0,021	0,043	0,073	0,079
2003	0,119	0,032	0,036	0,078	0,077	0,067	0,053	0,045	0,005	0,022	0,038	0,017
2004	0,126	0,256	0,166	0,164	0,115	0,09	0,072	0,059	0,041	0,025	0,089	0,091
2005	0,12	0,053	0,097	0,206	0,089	0,076	0,057	0,05	0,039	0,077	0,064	0,087
2006	0,166	0,136	0,038	0,099	0,09	0,077	0,059	0,045	0,021	0,043	0,073	0,079
2007	0,119	0,032	0,036	0,078	0,077	0,067	0,053	0,045	0,005	0,022	0,038	0,017
2008	0,126	0,256	0,166	0,164	0,115	0,09	0,072	0,059	0,041	0,025	0,089	0,091

Vazão Estimada – Rio Santa Maria (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	7,737	6,159	6,306	4,515	3,172	2,487	2,037	1,618	1,537	1,173	2,277	4,047
1980	7,067	10,236	5,513	4,793	3,456	2,664	2,152	1,825	1,587	1,175	2,593	4,589
1981	5,253	2,927	4,441	3,222	2,353	1,973	1,504	1,234	0,995	1,239	4,328	4,476
1982	7,559	5,363	6,054	5,309	3,472	2,455	2,019	1,788	1,478	1,187	1,999	2,675
1983	6,642	9,464	8,274	5,877	3,672	2,841	2,152	2,03	1,897	1,203	3,659	5,172
1984	5,298	4,964	5,22	5,031	3,121	2,455	2,053	1,946	1,675	1,195	1,682	2,044
1985	4,001	3,449	3,975	3,575	2,635	2,053	1,722	1,461	1,242	1,18	1,682	2,538
1986	3,867	3,101	2,848	2,301	1,899	1,507	1,189	1,06	0,856	1,167	0,841	1,323
1987	1,583	1,757	3,525	2,706	1,967	1,41	0,923	0,661	0,664	1,192	1,466	3,777
1988	2,099	2,902	3,839	3,645	2,134	1,652	1,273	1,01	0,812	1,175	1,936	3,034
1989	4,201	4,641	4,229	2,799	2,185	1,925	1,555	1,514	1,561	1,209	2,946	8,686
1990	6,978	7,053	5,007	4,034	3,004	2,279	2,503	1,648	1,759	1,186	2,115	2,538
1991	4,358	5,065	5,917	5,379	3,422	2,552	1,988	1,631	1,365	1,186	3,226	4,858
1992	6,127	10,013	5,527	5,512	3,622	2,761	2,22	1,895	1,744	1,202	5,466	6,861
1993	5,812	7,55	5,124	4,608	3,371	2,745	2,119	1,979	1,842	1,206	2,115	5,016
1994	6,239	5,013	6,969	4,462	3,456	2,905	2,519	1,821	1,394	1,179	2,593	3,372
1995	3,621	4,343	4,324	3,059	2,318	1,603	1,188	0,942	0,798	1,178	1,348	4,339
1996	2,188	1,757	2,22	2,393	1,682	1,265	1,021	0,835	0,767	1,191	1,954	2,629
1997	5,723	3,549	5,609	4,347	2,987	2,552	2,002	1,648	1,201	1,195	1,98	1,323
1998	2,77	3,151	2,944	1,918	1,531	1,137	0,843	0,687	0,7	1,181	2,295	5,06
1999	4,047	2,405	3,231	2,097	1,699	1,314	1,006	0,764	0,776	1,195	1,836	2,698
2000	2,792	3,126	3,778	2,706	1,999	1,539	1,222	1,079	1,118	1,204	2,16	2,403
2001	2,57	2,23	3,353	3,958	1,766	1,314	0,925	0,769	0,738	1,203	1,068	1,571
2002	3,217	3,224	2,807	2,463	1,816	1,362	0,955	0,569	0,609	1,168	1,15	1,436
2003	2,547	1,958	2,787	2,138	1,466	1,06	0,799	0,532	0,349	1,19	0,778	0,46
2004	2,792	3,126	3,778	2,706	1,999	1,539	1,222	1,079	1,118	1,204	2,16	2,403
2005	2,57	2,23	3,353	3,958	1,766	1,314	0,925	0,769	0,738	1,203	1,068	1,571
2006	3,217	3,224	2,807	2,463	1,816	1,362	0,955	0,569	0,609	1,168	1,15	1,436
2007	2,547	1,958	2,787	2,138	1,466	1,06	0,799	0,532	0,349	1,19	0,778	0,46
2008	2,635	4,641	3,975	3,368	2,385	1,716	1,289	1,129	0,768	1,169	1,293	1,64



Vazão Estimada – Outros Tribut 4 (Ribeirão do Torto) (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	2,701	2,133	2,417	1,943	1,517	1,28	1,137	0,995	0,995	0,995	1,28	1,706
1980	2,464	3,317	2,085	2,085	1,659	1,327	1,185	1,09	1,09	0,948	1,422	1,848
1981	1,896	1,185	1,706	1,327	1,09	0,995	0,853	0,758	0,663	5,403	2,18	1,801
1982	2,607	1,896	2,322	2,322	1,659	1,28	1,09	1,043	0,995	1,28	1,137	1,232
1983	2,322	3,081	3,128	2,559	1,754	1,422	1,185	1,137	1,232	1,422	1,896	2,085
1984	1,896	1,754	1,99	2,18	1,469	1,28	1,137	1,137	1,09	1,137	0,995	1,043
1985	1,469	1,327	1,517	1,517	1,185	1,043	0,995	0,9	0,853	1,09	0,995	1,232
1986	1,422	1,232	1,09	0,9	0,806	0,758	0,711	0,663	0,569	0,663	0,663	0,806
1987	0,711	0,806	1,374	1,09	0,853	0,663	0,569	0,474	0,474	0,521	0,9	1,611
1988	0,853	1,185	1,469	1,517	0,948	0,853	0,758	0,663	0,569	0,948	1,09	1,374
1989	1,564	1,659	1,611	1,137	0,995	0,995	0,9	0,948	1,043	1,185	1,564	3,175
1990	2,417	2,37	1,896	1,706	1,422	1,137	1,374	0,948	1,137	1,09	1,185	1,232
1991	1,611	1,801	2,275	2,322	1,611	1,327	1,137	0,948	0,948	1,09	1,706	1,943
1992	2,133	3,27	2,133	2,417	1,706	1,422	1,232	1,137	1,137	1,801	2,654	2,607
1993	2,085	2,512	1,943	1,99	1,564	1,374	1,137	1,137	1,185	1,137	1,185	1,99
1994	2,18	1,754	2,654	1,943	1,659	1,469	1,374	1,043	0,948	0,995	1,422	1,469
1995	1,327	1,564	1,659	1,28	1,043	0,758	0,663	0,663	0,569	0,663	0,853	1,801
1996	0,9	0,806	0,9	0,948	0,711	0,616	0,569	0,569	0,521	0,853	1,09	1,232
1997	2,038	1,374	2,133	1,848	1,374	1,327	1,09	0,948	0,806	0,663	1,137	0,806
1998	1,09	1,232	1,137	0,758	0,616	0,569	0,474	0,521	0,474	0,711	1,28	2,038
1999	1,469	1,043	1,28	0,806	0,711	0,663	0,616	0,521	0,521	0,663	1,043	1,232
2000	1,09	1,232	1,469	1,09	0,853	0,758	0,711	0,711	0,758	0,711	1,232	1,185
2001	0,995	0,948	1,28	1,659	0,758	0,663	0,521	0,521	0,569	0,616	0,711	0,9
2002	1,232	1,232	1,09	0,948	0,758	0,663	0,569	0,427	0,427	0,379	0,758	0,853
2003	0,995	0,9	1,09	0,853	0,616	0,521	0,474	0,427	0,284	0,19	0,616	0,521
2004	1,043	1,659	1,517	1,374	1,09	0,853	0,758	0,711	0,569	0,237	0,853	0,9
2005	0,995	0,948	1,28	1,659	0,758	0,663	0,521	0,521	0,569	0,616	0,711	0,9
2006	1,232	1,232	1,09	0,948	0,758	0,663	0,569	0,427	0,427	0,379	0,758	0,853
2007	0,995	0,9	1,09	0,853	0,616	0,521	0,474	0,427	0,284	0,19	0,616	0,521
2008	1,043	1,659	1,517	1,374	1,09	0,853	0,758	0,711	0,569	0,237	0,853	0,9

Vazão Estimada – Ribeirão da Contagem (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,185	0,149	0,169	0,145	0,119	0,099	0,087	0,074	0,071	0,063	0,088	0,118
1980	0,172	0,217	0,152	0,152	0,129	0,104	0,091	0,082	0,075	0,061	0,097	0,129
1981	0,138	0,094	0,131	0,112	0,092	0,081	0,066	0,058	0,048	0,187	0,15	0,127
1982	0,181	0,135	0,164	0,165	0,129	0,099	0,085	0,08	0,07	0,071	0,079	0,087
1983	0,164	0,204	0,209	0,179	0,135	0,111	0,091	0,088	0,087	0,075	0,129	0,143
1984	0,139	0,128	0,147	0,158	0,117	0,099	0,087	0,086	0,077	0,067	0,069	0,073
1985	0,114	0,103	0,121	0,121	0,1	0,084	0,076	0,068	0,06	0,066	0,069	0,084
1986	0,111	0,097	0,097	0,088	0,076	0,065	0,055	0,051	0,042	0,053	0,044	0,057
1987	0,069	0,074	0,112	0,099	0,078	0,061	0,045	0,036	0,034	0,05	0,062	0,112
1988	0,078	0,094	0,118	0,122	0,084	0,071	0,058	0,05	0,041	0,061	0,076	0,095
1989	0,118	0,123	0,126	0,101	0,086	0,08	0,069	0,07	0,073	0,069	0,108	0,221
1990	0,17	0,163	0,142	0,132	0,113	0,091	0,105	0,074	0,081	0,066	0,082	0,084
1991	0,121	0,13	0,161	0,167	0,127	0,102	0,086	0,073	0,065	0,066	0,116	0,135
1992	0,154	0,214	0,153	0,17	0,133	0,109	0,094	0,085	0,08	0,086	0,183	0,181
1993	0,149	0,172	0,144	0,147	0,125	0,107	0,089	0,087	0,084	0,068	0,082	0,139
1994	0,156	0,129	0,183	0,144	0,129	0,113	0,105	0,081	0,066	0,063	0,097	0,102
1995	0,106	0,118	0,128	0,108	0,09	0,067	0,054	0,048	0,04	0,054	0,059	0,124
1996	0,08	0,074	0,085	0,091	0,069	0,056	0,047	0,043	0,038	0,059	0,077	0,086
1997	0,147	0,105	0,155	0,14	0,112	0,102	0,085	0,074	0,057	0,054	0,078	0,057
1998	0,091	0,098	0,1	0,079	0,063	0,052	0,04	0,038	0,035	0,055	0,088	0,14
1999	0,115	0,086	0,106	0,083	0,069	0,059	0,048	0,04	0,038	0,054	0,073	0,087
2000	0,091	0,098	0,117	0,099	0,079	0,066	0,056	0,053	0,054	0,056	0,084	0,081
2001	0,087	0,082	0,108	0,13	0,072	0,059	0,044	0,04	0,039	0,053	0,05	0,062
2002	0,099	0,099	0,097	0,092	0,073	0,06	0,045	0,032	0,031	0,045	0,053	0,059
2003	0,086	0,078	0,096	0,085	0,062	0,05	0,039	0,031	0,021	0,041	0,042	0,037
2004	0,088	0,123	0,121	0,115	0,093	0,072	0,059	0,054	0,039	0,042	0,058	0,063
2005	0,087	0,082	0,108	0,13	0,072	0,059	0,044	0,04	0,039	0,053	0,05	0,062
2006	0,099	0,099	0,097	0,092	0,073	0,06	0,045	0,032	0,031	0,045	0,053	0,059
2007	0,086	0,078	0,096	0,085	0,062	0,05	0,039	0,031	0,021	0,041	0,042	0,037
2008	0,088	0,123	0,121	0,115	0,093	0,072	0,059	0,054	0,039	0,042	0,058	0,063

Vazão Estimada – Paranoazinho (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,198	0,159	0,181	0,154	0,127	0,106	0,092	0,079	0,076	0,067	0,093	0,126
1980	0,184	0,232	0,163	0,162	0,137	0,111	0,097	0,087	0,08	0,065	0,103	0,138
1981	0,147	0,101	0,139	0,119	0,098	0,086	0,071	0,062	0,051	0,198	0,159	0,135
1982	0,194	0,144	0,175	0,176	0,137	0,105	0,091	0,085	0,074	0,075	0,084	0,092
1983	0,175	0,218	0,224	0,191	0,144	0,118	0,097	0,094	0,092	0,08	0,138	0,153
1984	0,148	0,137	0,156	0,168	0,124	0,105	0,093	0,092	0,082	0,071	0,073	0,077
1985	0,122	0,11	0,129	0,129	0,106	0,089	0,08	0,072	0,063	0,069	0,073	0,09
1986	0,119	0,104	0,104	0,094	0,08	0,069	0,058	0,054	0,044	0,057	0,047	0,06
1987	0,073	0,079	0,119	0,105	0,083	0,064	0,047	0,038	0,036	0,053	0,066	0,119
1988	0,083	0,1	0,126	0,13	0,089	0,075	0,062	0,053	0,043	0,065	0,081	0,101
1989	0,126	0,131	0,134	0,108	0,091	0,085	0,073	0,075	0,078	0,073	0,114	0,236
1990	0,182	0,175	0,151	0,141	0,121	0,097	0,111	0,078	0,086	0,07	0,087	0,09
1991	0,129	0,139	0,172	0,177	0,135	0,108	0,091	0,078	0,069	0,07	0,124	0,145
1992	0,164	0,229	0,164	0,182	0,142	0,116	0,1	0,09	0,085	0,091	0,195	0,193
1993	0,159	0,184	0,154	0,157	0,132	0,114	0,095	0,092	0,09	0,072	0,087	0,148
1994	0,167	0,138	0,195	0,153	0,137	0,12	0,112	0,086	0,07	0,067	0,103	0,109
1995	0,114	0,126	0,137	0,115	0,096	0,071	0,057	0,051	0,043	0,057	0,063	0,133
1996	0,085	0,079	0,09	0,096	0,073	0,06	0,05	0,045	0,04	0,063	0,082	0,091
1997	0,157	0,112	0,165	0,149	0,119	0,108	0,09	0,078	0,061	0,057	0,083	0,06
1998	0,097	0,104	0,106	0,084	0,067	0,056	0,043	0,04	0,037	0,058	0,093	0,15
1999	0,122	0,091	0,113	0,088	0,073	0,062	0,051	0,042	0,041	0,057	0,078	0,093
2000	0,097	0,104	0,125	0,105	0,084	0,07	0,059	0,056	0,057	0,059	0,089	0,086
2001	0,092	0,087	0,115	0,139	0,076	0,062	0,046	0,042	0,041	0,056	0,053	0,066
2002	0,106	0,105	0,103	0,098	0,077	0,063	0,048	0,034	0,033	0,048	0,056	0,063
2003	0,092	0,083	0,103	0,09	0,066	0,053	0,041	0,033	0,022	0,043	0,045	0,039
2004	0,094	0,131	0,129	0,122	0,098	0,076	0,062	0,057	0,042	0,044	0,061	0,068
2005	0,092	0,087	0,115	0,139	0,076	0,062	0,046	0,042	0,041	0,056	0,053	0,066
2006	0,106	0,105	0,103	0,098	0,077	0,063	0,048	0,034	0,033	0,048	0,056	0,063
2007	0,092	0,083	0,103	0,09	0,066	0,053	0,041	0,033	0,022	0,043	0,045	0,039
2008	0,094	0,131	0,129	0,122	0,098	0,076	0,062	0,057	0,042	0,044	0,061	0,068

Vazão Estimada – Ribeirão Cachoeirinha (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,677	0,642	0,533	0,577	0,362	0,294	0,248	0,183	0,234	0,242	0,259	0,301
1980	0,494	0,558	0,397	0,389	0,296	0,254	0,232	0,203	0,183	0,137	0,257	0,281
1981	0,282	0,242	0,333	0,316	0,268	0,237	0,195	0,224	0,149	0,264	0,444	0,33
1982	0,459	0,345	0,523	0,413	0,373	0,312	0,267	0,245	0,218	0,232	0,248	0,25
1983	0,516	0,603	0,449	0,417	0,379	0,291	0,259	0,219	0,227	0,328	0,371	0,371
1984	0,408	0,325	0,474	0,434	0,291	0,241	0,204	0,191	0,175	0,211	0,174	0,234
1985	0,353	0,281	0,341	0,348	0,305	0,227	0,189	0,156	0,123	0,218	0,168	0,241
1986	0,328	0,309	0,332	0,248	0,196	0,168	0,143	0,136	0,102	0,113	0,105	0,207
1987	0,237	0,218	0,267	0,235	0,181	0,138	0,104	0,079	0,099	0,096	0,172	0,323
1988	0,237	0,292	0,426	0,376	0,275	0,237	0,195	0,16	0,127	0,246	0,307	0,318
1989	0,312	0,365	0,315	0,252	0,197	0,181	0,153	0,135	0,128	0,216	0,288	0,797
1990	0,417	0,375	0,357	0,316	0,325	0,249	0,277	0,185	0,213	0,206	0,199	0,212
1991	0,341	0,424	0,449	0,373	0,256	0,217	0,188	0,167	0,165	0,166	0,267	0,255
1992	0,449	0,538	0,379	0,397	0,291	0,247	0,216	0,204	0,185	0,218	0,418	0,474
1993	0,333	0,42	0,307	0,342	0,26	0,229	0,192	0,183	0,16	0,154	0,145	0,266
1994	0,293	0,255	0,393	0,31	0,233	0,219	0,176	0,192	0,102	0,091	0,225	0,233
1995	0,26	0,261	0,266	0,293	0,222	0,167	0,133	0,103	0,087	0,103	0,171	0,297
1996	0,221	0,198	0,255	0,218	0,16	0,11	0,082	0,073	0,065	0,067	0,133	0,176
1997	0,319	0,226	0,368	0,355	0,297	0,234	0,185	0,151	0,132	0,117	0,168	0,202
1998	0,231	0,253	0,281	0,278	0,191	0,171	0,134	0,113	0,085	0,11	0,181	0,234
1999	0,223	0,197	0,247	0,211	0,146	0,103	0,084	0,067	0,073	0,09	0,191	0,252
2000	0,221	0,198	0,255	0,218	0,16	0,11	0,082	0,073	0,065	0,067	0,133	0,176
2001	0,319	0,226	0,368	0,355	0,297	0,234	0,185	0,151	0,132	0,117	0,168	0,202
2002	0,231	0,253	0,281	0,278	0,191	0,171	0,134	0,113	0,085	0,11	0,181	0,234
2003	0,223	0,197	0,247	0,211	0,146	0,103	0,084	0,067	0,073	0,09	0,191	0,252
2004	0,296	0,232	0,333	0,311	0,232	0,203	0,176	0,154	0,185	0,15	0,283	0,256
2005	0,281	0,249	0,293	0,245	0,204	0,135	0,102	0,104	0,104	0,155	0,201	0,241
2006	0,333	0,357	0,274	0,256	0,195	0,174	0,156	0,15	0,145	0,09	0,126	0,225
2007	0,279	0,268	0,299	0,237	0,163	0,143	0,102	0,077	0,07	0,073	0,109	0,187
2008	0,356	0,511	0,573	0,474	0,332	0,267	0,22	0,188	0,141	0,172	0,18	0,217

Vazão Estimada – Taquari (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,359	0,288	0,324	0,271	0,218	0,181	0,157	0,133	0,128	0,112	0,161	0,224
1980	0,333	0,428	0,29	0,285	0,236	0,19	0,165	0,148	0,135	0,11	0,179	0,246
1981	0,264	0,177	0,246	0,206	0,167	0,147	0,12	0,104	0,086	0,336	0,278	0,241
1982	0,351	0,261	0,313	0,311	0,237	0,18	0,154	0,144	0,125	0,127	0,144	0,162
1983	0,316	0,401	0,404	0,338	0,249	0,202	0,165	0,16	0,157	0,135	0,241	0,273
1984	0,266	0,246	0,278	0,296	0,214	0,18	0,158	0,156	0,14	0,121	0,126	0,135
1985	0,216	0,194	0,227	0,225	0,183	0,152	0,136	0,121	0,107	0,118	0,126	0,158
1986	0,211	0,183	0,18	0,16	0,137	0,117	0,099	0,091	0,075	0,096	0,08	0,104
1987	0,124	0,136	0,209	0,181	0,141	0,109	0,08	0,064	0,061	0,09	0,114	0,211
1988	0,143	0,176	0,221	0,227	0,152	0,127	0,105	0,089	0,073	0,11	0,14	0,179
1989	0,224	0,235	0,237	0,185	0,156	0,145	0,124	0,126	0,132	0,124	0,199	0,426
1990	0,329	0,318	0,269	0,246	0,208	0,166	0,19	0,133	0,146	0,118	0,151	0,158
1991	0,23	0,25	0,308	0,313	0,232	0,186	0,155	0,132	0,118	0,118	0,216	0,258
1992	0,296	0,421	0,292	0,321	0,245	0,199	0,17	0,153	0,145	0,154	0,342	0,347
1993	0,286	0,335	0,274	0,276	0,228	0,196	0,161	0,157	0,152	0,121	0,151	0,265
1994	0,301	0,247	0,351	0,269	0,236	0,207	0,191	0,145	0,119	0,113	0,179	0,193
1995	0,201	0,225	0,242	0,199	0,164	0,121	0,096	0,086	0,072	0,096	0,107	0,236
1996	0,147	0,136	0,156	0,165	0,124	0,101	0,084	0,076	0,068	0,106	0,141	0,161
1997	0,282	0,198	0,294	0,262	0,205	0,186	0,154	0,133	0,103	0,097	0,144	0,104
1998	0,17	0,184	0,184	0,143	0,114	0,093	0,072	0,067	0,063	0,099	0,162	0,268
1999	0,217	0,159	0,197	0,15	0,124	0,105	0,086	0,071	0,069	0,097	0,134	0,163
2000	0,17	0,183	0,219	0,181	0,143	0,118	0,1	0,095	0,097	0,1	0,155	0,152
2001	0,161	0,152	0,201	0,242	0,129	0,105	0,078	0,071	0,069	0,095	0,091	0,115
2002	0,186	0,186	0,179	0,168	0,131	0,107	0,081	0,057	0,056	0,081	0,096	0,109
2003	0,16	0,143	0,178	0,153	0,111	0,088	0,07	0,055	0,036	0,073	0,075	0,066
2004	0,164	0,235	0,227	0,213	0,168	0,13	0,105	0,097	0,07	0,074	0,105	0,117
2005	0,161	0,152	0,201	0,242	0,129	0,105	0,078	0,071	0,069	0,095	0,091	0,115
2006	0,186	0,186	0,179	0,168	0,131	0,107	0,081	0,057	0,056	0,081	0,096	0,109
2007	0,16	0,143	0,178	0,153	0,111	0,088	0,07	0,055	0,036	0,073	0,075	0,066
2008	0,164	0,235	0,227	0,213	0,168	0,13	0,105	0,097	0,07	0,074	0,105	0,117

Vazão Estimada – Cabeça de Veado (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	1,196	0,956	1,05	0,842	0,654	0,536	0,461	0,387	0,373	0,324	0,488	0,714
1980	1,103	1,469	0,932	0,889	0,709	0,565	0,484	0,429	0,394	0,318	0,545	0,791
1981	0,859	0,549	0,779	0,624	0,493	0,431	0,348	0,299	0,248	0,978	0,859	0,773
1982	1,168	0,856	1,014	0,975	0,711	0,532	0,452	0,417	0,365	0,368	0,435	0,507
1983	1,045	1,371	1,332	1,067	0,749	0,601	0,484	0,465	0,458	0,391	0,739	0,883
1984	0,864	0,803	0,891	0,927	0,641	0,532	0,464	0,453	0,406	0,348	0,377	0,415
1985	0,687	0,614	0,71	0,686	0,542	0,448	0,398	0,351	0,31	0,339	0,377	0,492
1986	0,668	0,571	0,547	0,471	0,398	0,338	0,284	0,261	0,215	0,275	0,229	0,308
1987	0,362	0,398	0,648	0,539	0,413	0,313	0,228	0,179	0,174	0,258	0,338	0,673
1988	0,429	0,547	0,691	0,694	0,447	0,37	0,302	0,254	0,208	0,318	0,421	0,564
1989	0,717	0,762	0,747	0,555	0,459	0,424	0,361	0,365	0,383	0,357	0,608	1,399
1990	1,089	1,067	0,859	0,76	0,62	0,49	0,559	0,384	0,425	0,34	0,455	0,492
1991	0,738	0,817	0,994	0,983	0,698	0,551	0,454	0,382	0,342	0,34	0,661	0,832
1992	0,973	1,443	0,938	1,009	0,736	0,59	0,5	0,446	0,423	0,446	1,063	1,131
1993	0,936	1,129	0,876	0,858	0,686	0,582	0,473	0,458	0,444	0,35	0,455	0,855
1994	0,989	0,808	1,145	0,836	0,709	0,616	0,561	0,422	0,346	0,325	0,545	0,612
1995	0,634	0,724	0,762	0,601	0,483	0,351	0,277	0,245	0,206	0,276	0,317	0,758
1996	0,443	0,398	0,461	0,487	0,358	0,288	0,241	0,217	0,195	0,306	0,423	0,502
1997	0,922	0,628	0,947	0,812	0,612	0,551	0,45	0,384	0,298	0,279	0,432	0,308
1998	0,522	0,576	0,562	0,411	0,326	0,265	0,203	0,189	0,179	0,284	0,49	0,865
1999	0,692	0,485	0,607	0,437	0,36	0,3	0,246	0,2	0,196	0,279	0,402	0,51
2000	0,524	0,573	0,684	0,539	0,417	0,342	0,289	0,271	0,279	0,287	0,467	0,472
2001	0,492	0,458	0,62	0,746	0,375	0,3	0,221	0,2	0,198	0,273	0,264	0,346
2002	0,582	0,583	0,542	0,495	0,381	0,307	0,232	0,159	0,159	0,233	0,28	0,326
2003	0,489	0,427	0,54	0,447	0,318	0,248	0,197	0,154	0,101	0,209	0,215	0,179
2004	0,524	0,573	0,684	0,539	0,417	0,342	0,289	0,271	0,279	0,287	0,467	0,472
2005	0,492	0,458	0,62	0,746	0,375	0,3	0,221	0,2	0,198	0,273	0,264	0,346
2006	0,582	0,583	0,542	0,495	0,381	0,307	0,232	0,159	0,159	0,233	0,28	0,326
2007	0,489	0,427	0,54	0,447	0,318	0,248	0,197	0,154	0,101	0,209	0,215	0,179
2008	0,503	0,762	0,71	0,646	0,497	0,378	0,305	0,278	0,202	0,213	0,31	0,354

Vazão Estimada – Outros Tribut 5 (Lago Paranoá) (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	28,507	22,364	26,103	21,629	17,039	14,616	13,208	11,567	12,267	12,196	14,794	18,809
1980	26,233	34,35	22,78	23,148	18,64	15,554	13,914	12,708	12,894	11,549	16,361	20,526
1981	20,128	12,762	18,528	14,621	12,097	11,354	9,975	9,205	8,208	73,344	24,855	20,109
1982	27,815	20,024	25,097	25,883	18,721	14,553	12,985	12,408	11,937	16,238	13,385	14,124
1983	24,775	32,083	34,062	28,859	19,876	16,634	13,914	13,608	14,956	18,449	21,665	22,587
1984	20,176	18,733	21,621	24,366	16,655	14,553	13,288	13,308	13,289	14,399	11,82	12,063
1985	15,727	14,316	16,571	16,597	13,555	11,904	11,449	10,567	10,188	13,573	11,82	13,78
1986	15,332	13,313	11,935	9,768	9,16	8,48	8,217	8,125	7,185	7,499	7,787	9,659
1987	7,62	9,203	14,844	11,884	9,626	7,705	6,6	5,922	5,827	5,939	10,782	17,928
1988	9,276	12,69	15,98	16,917	10,619	9,498	8,762	7,984	6,938	11,549	13,013	15,449
1989	16,494	17,803	17,576	12,424	11,005	11,211	10,36	10,947	12,581	15,225	18,083	34,314
1990	25,887	24,892	20,769	19,054	15,946	13,228	15,974	11,487	13,933	13,666	13,994	13,78
1991	17,063	19,067	24,606	26,103	18,337	15,084	13,066	11,407	11,227	13,666	19,491	21,509
1992	22,971	33,753	23,01	26,941	19,491	16,328	14,378	13,169	13,851	23,597	30,375	28,254
1993	21,981	26,374	21,183	22,168	17,951	16,103	13,51	13,469	14,477	14,586	13,994	21,974
1994	23,291	18,878	28,781	21,39	18,64	17,103	16,055	12,469	11,393	12,188	16,361	16,454
1995	14,417	16,844	18,013	13,861	11,792	8,867	7,976	7,664	6,955	7,687	10,175	19,766
1996	9,622	9,203	9,563	10,307	7,925	6,93	6,985	6,903	6,549	10,444	13,092	13,976
1997	21,635	14,651	23,217	20,631	15,722	15,084	12,904	11,487	9,792	7,866	13,307	9,659
1998	11,648	13,357	12,373	7,87	7,013	6,236	5,908	6,236	5,984	8,425	14,873	22,169
1999	15,875	11,308	13,685	8,71	8,006	7,318	7,146	6,444	6,638	7,866	12,485	14,197
2000	11,724	13,386	15,85	11,884	9,788	8,643	8,378	8,444	9,248	8,698	14,286	13,288
2001	10,882	10,612	14,046	18,595	8,472	7,318	6,455	6,539	6,626	7,413	8,766	10,468
2002	13,183	13,575	11,782	10,526	8,614	7,561	6,763	5,388	5,449	3,639	9,216	9,976
2003	10,809	9,872	11,805	9,009	6,689	5,683	5,76	5,232	3,53	1,338	7,416	6,674
2004	11,155	17,803	16,571	15,399	12,26	9,723	8,743	8,585	6,791	1,707	10,039	10,689
2005	10,882	10,612	14,046	18,595	8,472	7,318	6,455	6,539	6,626	7,413	8,766	10,468
2006	13,183	13,575	11,782	10,526	8,614	7,561	6,763	5,388	5,449	3,639	9,216	9,976
2007	10,809	9,872	11,805	9,009	6,689	5,683	5,76	5,232	3,53	1,338	7,416	6,674
2008	11,155	17,803	16,571	15,399	12,26	9,723	8,743	8,585	6,791	1,707	10,039	10,689

Vazão Estimada – Quinze (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	2,236	2,151	1,705	1,798	1,065	0,857	0,713	0,519	0,668	0,687	0,77	0,935
1980	1,598	1,852	1,238	1,182	0,866	0,734	0,666	0,578	0,52	0,386	0,763	0,869
1981	0,863	0,727	1,019	0,941	0,779	0,683	0,555	0,639	0,423	0,749	1,342	1,029
1982	1,476	1,093	1,67	1,26	1,1	0,911	0,767	0,698	0,621	0,658	0,736	0,768
1983	1,677	2,012	1,417	1,271	1,118	0,848	0,746	0,625	0,647	0,932	1,117	1,164
1984	1,302	1,021	1,502	1,329	0,848	0,695	0,582	0,542	0,496	0,596	0,507	0,715
1985	1,111	0,863	1,049	1,046	0,892	0,654	0,54	0,439	0,348	0,617	0,487	0,738
1986	1,023	0,965	1,015	0,717	0,559	0,474	0,403	0,38	0,285	0,316	0,292	0,626
1987	0,708	0,641	0,796	0,675	0,513	0,384	0,29	0,216	0,278	0,268	0,501	1,008
1988	0,708	0,905	1,338	1,139	0,799	0,683	0,555	0,451	0,358	0,698	0,918	0,99
1989	0,968	1,164	0,957	0,733	0,562	0,516	0,433	0,378	0,361	0,612	0,861	2,574
1990	1,333	1,199	1,102	0,941	0,953	0,719	0,797	0,525	0,608	0,582	0,585	0,642
1991	1,068	1,375	1,417	1,128	0,741	0,624	0,537	0,472	0,468	0,47	0,793	0,784
1992	1,443	1,781	1,177	1,208	0,848	0,713	0,618	0,581	0,528	0,617	1,261	1,506
1993	1,04	1,361	0,932	1,025	0,756	0,66	0,546	0,519	0,455	0,435	0,416	0,82
1994	0,904	0,773	1,223	0,923	0,672	0,63	0,502	0,545	0,286	0,255	0,666	0,71
1995	0,789	0,792	0,791	0,867	0,637	0,471	0,374	0,284	0,243	0,288	0,497	0,921
1996	0,653	0,569	0,753	0,622	0,449	0,3	0,224	0,197	0,179	0,186	0,379	0,523
1997	0,994	0,669	1,138	1,07	0,869	0,674	0,529	0,425	0,374	0,33	0,487	0,607
1998	0,689	0,764	0,842	0,816	0,545	0,483	0,377	0,316	0,237	0,308	0,528	0,715
1999	0,66	0,565	0,727	0,597	0,406	0,278	0,23	0,181	0,203	0,25	0,558	0,772
2000	0,653	0,569	0,753	0,622	0,449	0,3	0,224	0,197	0,179	0,186	0,379	0,523
2001	0,994	0,669	1,138	1,07	0,869	0,674	0,529	0,425	0,374	0,33	0,487	0,607
2002	0,689	0,764	0,842	0,816	0,545	0,483	0,377	0,316	0,237	0,308	0,528	0,715
2003	0,66	0,565	0,727	0,597	0,406	0,278	0,23	0,181	0,203	0,25	0,558	0,772
2004	0,913	0,69	1,021	0,925	0,669	0,582	0,502	0,433	0,525	0,424	0,844	0,786
2005	0,861	0,75	0,883	0,709	0,582	0,375	0,284	0,289	0,293	0,437	0,591	0,738
2006	1,04	1,134	0,817	0,744	0,556	0,495	0,442	0,422	0,41	0,25	0,359	0,683
2007	0,853	0,819	0,902	0,682	0,458	0,399	0,283	0,208	0,194	0,203	0,305	0,557
2008	1,121	1,683	1,839	1,458	0,976	0,776	0,63	0,534	0,4	0,486	0,524	0,658



Vazão Estimada – Pipiripau (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	12,404	12,221	9,031	9,171	5,011	3,965	3,231	2,306	3	3,052	3,664	4,738
1980	8,624	10,378	6,322	5,804	4,022	3,367	3,008	2,578	2,322	1,7	3,63	4,37
1981	4,264	3,433	5,048	4,487	3,592	3,119	2,493	2,864	1,881	3,33	6,552	5,257
1982	7,902	5,691	8,833	6,231	5,183	4,228	3,482	3,136	2,786	2,919	3,495	3,813
1983	9,091	11,364	7,361	6,292	5,269	3,922	3,385	2,796	2,905	4,151	5,414	6,005
1984	6,868	5,248	7,856	6,609	3,936	3,177	2,618	2,415	2,215	2,642	2,34	3,521
1985	5,736	4,276	5,222	5,06	4,151	2,973	2,423	1,938	1,536	2,738	2,238	3,648
1986	5,212	4,905	5,024	3,267	2,502	2,097	1,783	1,666	1,251	1,386	1,252	3,027
1987	3,343	2,904	3,75	3,035	2,272	1,66	1,254	0,903	1,215	1,169	2,306	5,143
1988	3,343	4,533	6,903	5,573	3,692	3,119	2,493	1,993	1,584	3,1	4,412	5,042
1989	4,887	6,134	4,69	3,353	2,516	2,302	1,922	1,652	1,596	2,714	4,123	13,797
1990	7,052	6,348	5,531	4,487	4,452	3,294	3,621	2,333	2,727	2,581	2,73	3,116
1991	5,481	7,434	7,361	5,512	3,405	2,827	2,41	2,088	2,084	2,074	3,783	3,901
1992	7,704	9,935	5,964	5,951	3,936	3,265	2,786	2,592	2,358	2,738	6,144	7,893
1993	5,311	7,348	4,541	4,95	3,477	3,002	2,451	2,306	2,024	1,917	1,881	4,104
1994	4,504	3,719	6,236	4,389	3,061	2,856	2,242	2,428	1,253	1,109	3,138	3,496
1995	3,825	3,833	3,725	4,084	2,889	2,083	1,644	1,219	1,058	1,257	2,289	4,662
1996	3,018	2,461	3,503	2,743	1,957	1,248	0,946	0,816	0,766	0,802	1,694	2,457
1997	5,042	3,076	5,741	5,194	4,036	3,075	2,368	1,87	1,655	1,447	2,238	2,926
1998	3,23	3,662	4,022	3,804	2,43	2,141	1,657	1,366	1,028	1,35	2,441	3,521
1999	3,06	2,433	3,354	2,609	1,742	1,14	0,972	0,744	0,876	1,089	2,594	3,838
2000	3,018	2,461	3,503	2,743	1,957	1,248	0,946	0,816	0,766	0,802	1,694	2,457
2001	5,042	3,076	5,741	5,194	4,036	3,075	2,368	1,87	1,655	1,447	2,238	2,926
2002	3,23	3,662	4,022	3,804	2,43	2,141	1,657	1,366	1,028	1,35	2,441	3,521
2003	3,06	2,433	3,354	2,609	1,742	1,14	0,972	0,744	0,876	1,089	2,594	3,838
2004	4,561	3,204	5,061	4,402	3,047	2,623	2,242	1,911	2,346	1,869	4,038	3,914
2005	4,249	3,576	4,257	3,218	2,617	1,616	1,223	1,241	1,285	1,929	2,764	3,648
2006	5,311	5,948	3,874	3,414	2,488	2,2	1,964	1,856	1,822	1,089	1,592	3,344
2007	4,207	4,005	4,368	3,072	2	1,733	1,217	0,869	0,832	0,878	1,32	2,647
2008	5,793	9,335	9,81	7,317	4,567	3,571	2,841	2,374	1,774	2,147	2,424	3,204

Vazão Estimada – Corguinho (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	0,574	0,543	0,454	0,493	0,311	0,253	0,214	0,158	0,202	0,21	0,223	0,257
1980	0,419	0,472	0,339	0,333	0,255	0,219	0,2	0,176	0,158	0,119	0,221	0,24
1981	0,241	0,208	0,285	0,271	0,231	0,204	0,168	0,194	0,129	0,228	0,38	0,281
1982	0,39	0,294	0,445	0,354	0,321	0,269	0,23	0,211	0,188	0,201	0,213	0,214
1983	0,438	0,51	0,383	0,357	0,326	0,251	0,224	0,19	0,196	0,284	0,318	0,316
1984	0,347	0,277	0,404	0,372	0,25	0,208	0,176	0,165	0,151	0,182	0,15	0,201
1985	0,301	0,24	0,292	0,298	0,262	0,196	0,164	0,135	0,107	0,189	0,145	0,207
1986	0,28	0,264	0,284	0,213	0,169	0,145	0,124	0,117	0,088	0,098	0,091	0,178
1987	0,203	0,188	0,23	0,202	0,156	0,12	0,09	0,069	0,086	0,083	0,148	0,276
1988	0,203	0,25	0,363	0,323	0,237	0,204	0,168	0,138	0,11	0,213	0,263	0,271
1989	0,266	0,311	0,269	0,217	0,17	0,157	0,132	0,117	0,111	0,187	0,248	0,677
1990	0,355	0,319	0,305	0,271	0,279	0,214	0,239	0,16	0,184	0,178	0,171	0,182
1991	0,291	0,36	0,383	0,32	0,22	0,187	0,163	0,144	0,142	0,144	0,229	0,218
1992	0,382	0,455	0,324	0,34	0,25	0,213	0,186	0,177	0,16	0,189	0,358	0,403
1993	0,284	0,357	0,263	0,293	0,224	0,197	0,165	0,158	0,139	0,133	0,125	0,228
1994	0,251	0,219	0,335	0,266	0,201	0,189	0,152	0,166	0,088	0,079	0,194	0,2
1995	0,223	0,223	0,229	0,252	0,191	0,144	0,115	0,089	0,075	0,089	0,147	0,254
1996	0,19	0,171	0,219	0,189	0,139	0,096	0,071	0,063	0,056	0,058	0,115	0,151
1997	0,273	0,194	0,314	0,305	0,256	0,202	0,16	0,13	0,114	0,102	0,145	0,173
1998	0,199	0,217	0,241	0,239	0,165	0,147	0,116	0,098	0,073	0,095	0,156	0,201
1999	0,192	0,17	0,213	0,182	0,126	0,089	0,073	0,059	0,064	0,078	0,164	0,215
2000	0,19	0,171	0,219	0,189	0,139	0,096	0,071	0,063	0,056	0,058	0,115	0,151
2001	0,273	0,194	0,314	0,305	0,256	0,202	0,16	0,13	0,114	0,102	0,145	0,173
2002	0,199	0,217	0,241	0,239	0,165	0,147	0,116	0,098	0,073	0,095	0,156	0,201
2003	0,192	0,17	0,213	0,182	0,126	0,089	0,073	0,059	0,064	0,078	0,164	0,215
2004	0,253	0,199	0,285	0,267	0,2	0,175	0,152	0,133	0,159	0,13	0,243	0,219
2005	0,24	0,213	0,251	0,211	0,176	0,117	0,089	0,09	0,09	0,134	0,173	0,207
2006	0,284	0,304	0,235	0,22	0,169	0,151	0,135	0,13	0,125	0,078	0,109	0,192
2007	0,239	0,23	0,256	0,204	0,141	0,124	0,088	0,067	0,061	0,063	0,094	0,16
2008	0,303	0,433	0,487	0,405	0,286	0,231	0,19	0,163	0,122	0,149	0,155	0,186

Vazão Estimada – Mestre D'Armas (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	3,195	3,089	2,413	2,525	1,472	1,179	0,977	0,708	0,914	0,938	1,066	1,312
1980	2,271	2,652	1,74	1,647	1,193	1,009	0,912	0,789	0,71	0,526	1,057	1,217
1981	1,205	1,007	1,423	1,303	1,072	0,938	0,76	0,874	0,578	1,022	1,868	1,446
1982	2,094	1,542	2,363	1,758	1,52	1,254	1,051	0,955	0,85	0,897	1,019	1,073
1983	2,385	2,886	1,998	1,774	1,544	1,167	1,023	0,854	0,885	1,272	1,552	1,639
1984	1,842	1,437	2,121	1,857	1,169	0,955	0,797	0,741	0,678	0,813	0,698	0,997
1985	1,565	1,206	1,466	1,453	1,229	0,896	0,739	0,599	0,474	0,842	0,67	1,03
1986	1,437	1,355	1,417	0,985	0,764	0,647	0,55	0,518	0,388	0,431	0,396	0,87
1987	0,98	0,881	1,101	0,925	0,7	0,522	0,394	0,291	0,378	0,365	0,689	1,416
1988	0,98	1,267	1,884	1,586	1,1	0,938	0,76	0,615	0,489	0,953	1,274	1,39
1989	1,357	1,647	1,334	1,007	0,769	0,705	0,591	0,514	0,492	0,835	1,193	3,653
1990	1,887	1,697	1,543	1,303	1,314	0,988	1,092	0,716	0,832	0,794	0,806	0,893
1991	1,503	1,955	1,998	1,57	1,019	0,855	0,735	0,643	0,639	0,64	1,099	1,096
1992	2,046	2,547	1,651	1,685	1,169	0,98	0,846	0,793	0,721	0,842	1,755	2,127
1993	1,461	1,934	1,297	1,424	1,039	0,905	0,747	0,708	0,621	0,592	0,571	1,148
1994	1,264	1,074	1,718	1,278	0,922	0,863	0,686	0,745	0,389	0,346	0,92	0,991
1995	1,098	1,101	1,094	1,198	0,874	0,642	0,509	0,385	0,33	0,391	0,684	1,292
1996	0,9	0,776	1,039	0,848	0,611	0,404	0,303	0,265	0,243	0,253	0,519	0,722
1997	1,395	0,922	1,595	1,488	1,197	0,926	0,723	0,579	0,51	0,449	0,67	0,843
1998	0,952	1,061	1,168	1,125	0,744	0,659	0,513	0,429	0,322	0,42	0,726	0,997
1999	0,911	0,77	1,002	0,813	0,55	0,374	0,311	0,243	0,276	0,34	0,769	1,079
2000	0,9	0,776	1,039	0,848	0,611	0,404	0,303	0,265	0,243	0,253	0,519	0,722
2001	1,395	0,922	1,595	1,488	1,197	0,926	0,723	0,579	0,51	0,449	0,67	0,843
2002	0,952	1,061	1,168	1,125	0,744	0,659	0,513	0,429	0,322	0,42	0,726	0,997
2003	0,911	0,77	1,002	0,813	0,55	0,374	0,311	0,243	0,276	0,34	0,769	1,079
2004	1,278	0,953	1,426	1,281	0,918	0,796	0,686	0,591	0,717	0,578	1,17	1,099
2005	1,201	1,041	1,227	0,972	0,797	0,509	0,385	0,391	0,399	0,596	0,816	1,03
2006	1,461	1,603	1,131	1,023	0,76	0,676	0,604	0,574	0,56	0,34	0,49	0,952
2007	1,191	1,142	1,254	0,934	0,623	0,543	0,383	0,281	0,263	0,276	0,415	0,771
2008	1,579	2,405	2,606	2,041	1,346	1,067	0,862	0,728	0,546	0,662	0,722	0,916

Vazão Estimada – Outros Tribut 6 (Fumal e Brejinho) (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	1,613	1,569	1,202	1,243	0,706	0,563	0,463	0,333	0,432	0,441	0,514	0,645
1980	1,137	1,342	0,858	0,801	0,57	0,48	0,432	0,372	0,335	0,247	0,509	0,597
1981	0,589	0,487	0,695	0,629	0,511	0,446	0,359	0,413	0,272	0,481	0,908	0,713
1982	1,047	0,764	1,176	0,858	0,73	0,599	0,499	0,451	0,401	0,423	0,491	0,525
1983	1,196	1,464	0,99	0,866	0,742	0,557	0,485	0,403	0,418	0,6	0,752	0,811
1984	0,917	0,71	1,052	0,908	0,559	0,453	0,377	0,349	0,319	0,382	0,333	0,486
1985	0,774	0,591	0,717	0,704	0,588	0,425	0,349	0,281	0,223	0,396	0,319	0,503
1986	0,708	0,668	0,693	0,469	0,361	0,304	0,259	0,242	0,182	0,201	0,185	0,422
1987	0,473	0,421	0,53	0,439	0,329	0,243	0,183	0,134	0,176	0,171	0,328	0,698
1988	0,473	0,622	0,932	0,772	0,524	0,446	0,359	0,289	0,229	0,448	0,616	0,685
1989	0,667	0,82	0,65	0,479	0,363	0,332	0,278	0,241	0,231	0,392	0,577	1,827
1990	0,94	0,845	0,757	0,629	0,629	0,469	0,518	0,337	0,393	0,374	0,386	0,433
1991	0,742	0,98	0,99	0,763	0,486	0,406	0,347	0,302	0,301	0,3	0,53	0,536
1992	1,022	1,288	0,812	0,82	0,559	0,466	0,4	0,374	0,34	0,396	0,852	1,056
1993	0,721	0,969	0,631	0,69	0,495	0,429	0,353	0,333	0,292	0,278	0,271	0,562
1994	0,619	0,522	0,846	0,616	0,438	0,409	0,323	0,35	0,182	0,162	0,442	0,483
1995	0,533	0,536	0,527	0,576	0,414	0,302	0,238	0,179	0,155	0,184	0,326	0,635
1996	0,432	0,367	0,499	0,4	0,286	0,186	0,14	0,122	0,112	0,117	0,244	0,348
1997	0,687	0,443	0,784	0,722	0,572	0,44	0,341	0,271	0,24	0,21	0,319	0,409
1998	0,459	0,515	0,565	0,539	0,351	0,31	0,241	0,2	0,15	0,197	0,347	0,486
1999	0,438	0,363	0,48	0,382	0,256	0,171	0,144	0,112	0,128	0,158	0,368	0,527
2000	0,432	0,367	0,499	0,4	0,286	0,186	0,14	0,122	0,112	0,117	0,244	0,348
2001	0,687	0,443	0,784	0,722	0,572	0,44	0,341	0,271	0,24	0,21	0,319	0,409
2002	0,459	0,515	0,565	0,539	0,351	0,31	0,241	0,2	0,15	0,197	0,347	0,486
2003	0,438	0,363	0,48	0,382	0,256	0,171	0,144	0,112	0,128	0,158	0,368	0,527
2004	0,627	0,458	0,697	0,617	0,436	0,376	0,323	0,277	0,338	0,271	0,565	0,538
2005	0,587	0,504	0,595	0,462	0,377	0,237	0,179	0,182	0,187	0,279	0,39	0,503
2006	0,721	0,797	0,546	0,488	0,359	0,318	0,284	0,269	0,263	0,158	0,231	0,464
2007	0,582	0,558	0,609	0,443	0,292	0,254	0,179	0,13	0,122	0,129	0,194	0,372
2008	0,782	1,213	1,301	1	0,645	0,508	0,408	0,343	0,257	0,311	0,345	0,445

Vazão Estimada – Brejinho (m³/s)												
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1979	1,161	1,108	0,901	0,964	0,589	0,477	0,4	0,293	0,376	0,388	0,423	0,502
1980	0,839	0,959	0,663	0,643	0,481	0,41	0,373	0,326	0,293	0,219	0,42	0,468
1981	0,467	0,398	0,552	0,517	0,434	0,382	0,312	0,36	0,239	0,423	0,731	0,551
1982	0,777	0,581	0,884	0,683	0,608	0,506	0,429	0,393	0,35	0,371	0,405	0,415
1983	0,879	1,038	0,754	0,689	0,617	0,472	0,418	0,352	0,364	0,525	0,61	0,621
1984	0,689	0,545	0,798	0,719	0,471	0,389	0,327	0,306	0,28	0,337	0,282	0,388
1985	0,593	0,466	0,567	0,572	0,495	0,366	0,304	0,249	0,197	0,349	0,271	0,4
1986	0,548	0,517	0,549	0,4	0,315	0,268	0,228	0,216	0,162	0,18	0,166	0,342
1987	0,389	0,356	0,438	0,378	0,29	0,219	0,166	0,124	0,158	0,152	0,279	0,54
1988	0,389	0,487	0,714	0,62	0,445	0,382	0,312	0,255	0,203	0,394	0,503	0,531
1989	0,52	0,616	0,52	0,409	0,316	0,291	0,245	0,214	0,204	0,346	0,472	1,353
1990	0,705	0,634	0,594	0,517	0,528	0,402	0,446	0,296	0,342	0,329	0,324	0,35
1991	0,571	0,721	0,754	0,615	0,413	0,349	0,302	0,267	0,264	0,266	0,436	0,424
1992	0,76	0,923	0,632	0,657	0,471	0,398	0,347	0,327	0,297	0,349	0,688	0,799
1993	0,556	0,714	0,507	0,561	0,421	0,369	0,307	0,293	0,257	0,246	0,233	0,443
1994	0,488	0,421	0,656	0,507	0,376	0,353	0,283	0,308	0,162	0,145	0,367	0,386
1995	0,43	0,431	0,436	0,478	0,357	0,266	0,212	0,162	0,138	0,163	0,277	0,495
1996	0,361	0,32	0,416	0,35	0,255	0,173	0,129	0,114	0,103	0,107	0,214	0,288
1997	0,533	0,369	0,612	0,584	0,482	0,377	0,298	0,241	0,211	0,187	0,271	0,332
1998	0,379	0,417	0,462	0,452	0,307	0,273	0,213	0,18	0,135	0,175	0,293	0,388
1999	0,364	0,318	0,403	0,338	0,232	0,161	0,132	0,105	0,116	0,143	0,309	0,418
2000	0,361	0,32	0,416	0,35	0,255	0,173	0,129	0,114	0,103	0,107	0,214	0,288
2001	0,533	0,369	0,612	0,584	0,482	0,377	0,298	0,241	0,211	0,187	0,271	0,332
2002	0,379	0,417	0,462	0,452	0,307	0,273	0,213	0,18	0,135	0,175	0,293	0,388
2003	0,364	0,318	0,403	0,338	0,232	0,161	0,132	0,105	0,116	0,143	0,309	0,418
2004	0,492	0,38	0,553	0,509	0,374	0,327	0,283	0,246	0,296	0,24	0,463	0,425
2005	0,466	0,41	0,482	0,396	0,327	0,214	0,162	0,165	0,166	0,248	0,328	0,4
2006	0,556	0,601	0,449	0,414	0,313	0,279	0,25	0,239	0,232	0,143	0,203	0,371
2007	0,462	0,444	0,492	0,382	0,26	0,227	0,161	0,12	0,111	0,116	0,174	0,306
2008	0,597	0,875	0,969	0,787	0,54	0,433	0,354	0,301	0,226	0,275	0,291	0,358

## **APÊNDICE D – MNUAL DE USO DO ACQUANET**

## 1. REPRESENTAÇÃO DA REDE

Pela Figura C.1, observa-se a tela de comando do programa, dispondo os diversos botões de comando do programa no canto superior esquerdo da tela.

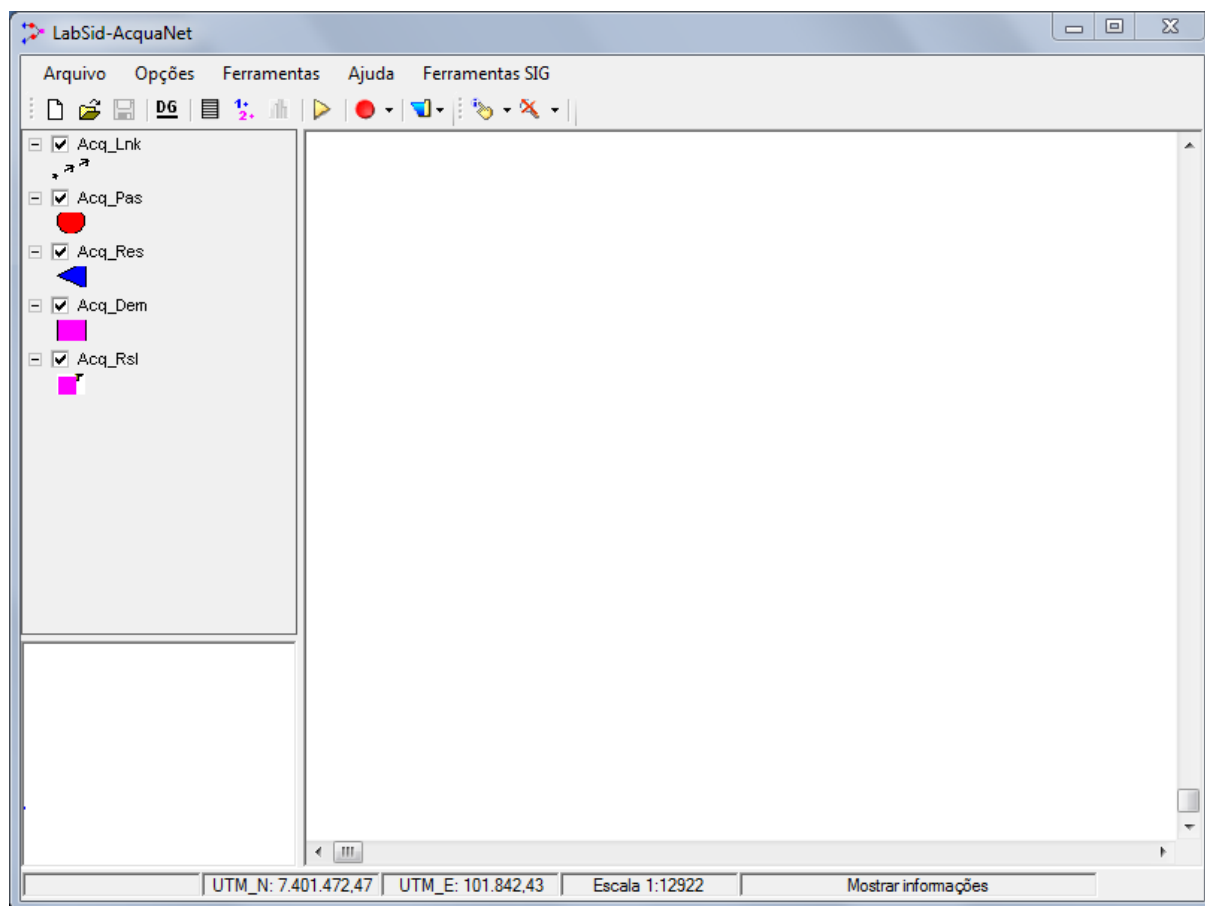


Figura C.1 – Janela de comando do AcquaNet 2013.

Para a inserção dos elementos constituintes da rede, deve-se pressionar, com o botão esquerdo do *mouse* na seta do lado direito do botão vermelho. Ao fazê-lo, aparecem as seguintes opções de botões:



Figura C.2 – Botões de Desenho da Rede.

Pela representação, da esquerda para a direita, tem-se os botões respectivos à inserção de nós de passagem, de volume, de demanda, à criação de tubulação de ligação entre os pontos constituintes, à ação de apagar os elementos e de mover elementos.

Como descrito por LabSid (2002), os botões acima permitem a criação de redes com inúmeros componentes constituintes e, além disso, como novidade do programa, há a possibilidade de ligar tais elementos com diversos números de arcos, permitindo que se atribuam diferentes custos unitários para o transporte de água em cada um, direcionando a passagem da água.

## 2. DEFINIÇÕES GERAIS DA REDE

O primeiro passo a ser tomado quando se deseja fazer uma simulação com o programa é o de definir o problema a ser tratado pela plataforma. Informações como tipo de cálculo, natureza da simulação e quantidade de dados da série histórica são fornecidos numa região do programa acessada por meio do botão de definições gerais (representado pela Figura C.3) ou pelo menu de opções.



Figura C.3 – Botão de Acesso à Janela de Definições Gerais.

Como se demonstra na Figura C.4, as informações a serem fornecidas para definir o problema são: definição do intervalo de cálculo, data de início e quantidade de anos da série histórica. Como descrito no Manual do Usuário (2002), essas informações são de grande importância ao modelo, uma vez que elas servirão de base para a apresentação de todos os resultados dados pelo programa ou dados fornecidos a ele. Além dessas informações, consegue-se determinar a natureza da simulação realizada (escolha entre Simulação Contínua e Planejamento Tático), opções de cálculo (podendo ser Calibração ou Estados Hidrológicos), algoritmo de otimização (novidade da versão 2013, em que se inseriu mais uma opção de otimização – o cálculo pelo algoritmo PCX o qual permite inclusive a consideração do efeito de amortecimento no transporte de fluidos), tolerâncias de volumes e de vazões (ambos representando porcentagens que irão definir, para o volume, a correção da capacidade mínima de reservatórios para se fazer o cálculo do tempo de esvaziamento e a frequência do mesmo; e, para a vazão, determinará quando haverá falhas no atendimento às demandas). Por fim, a versão 2013 do aplicativo também disponibiliza a opção de fixar variáveis no tempo a partir da seleção daquela que se deseja fixar em toda a série histórica.



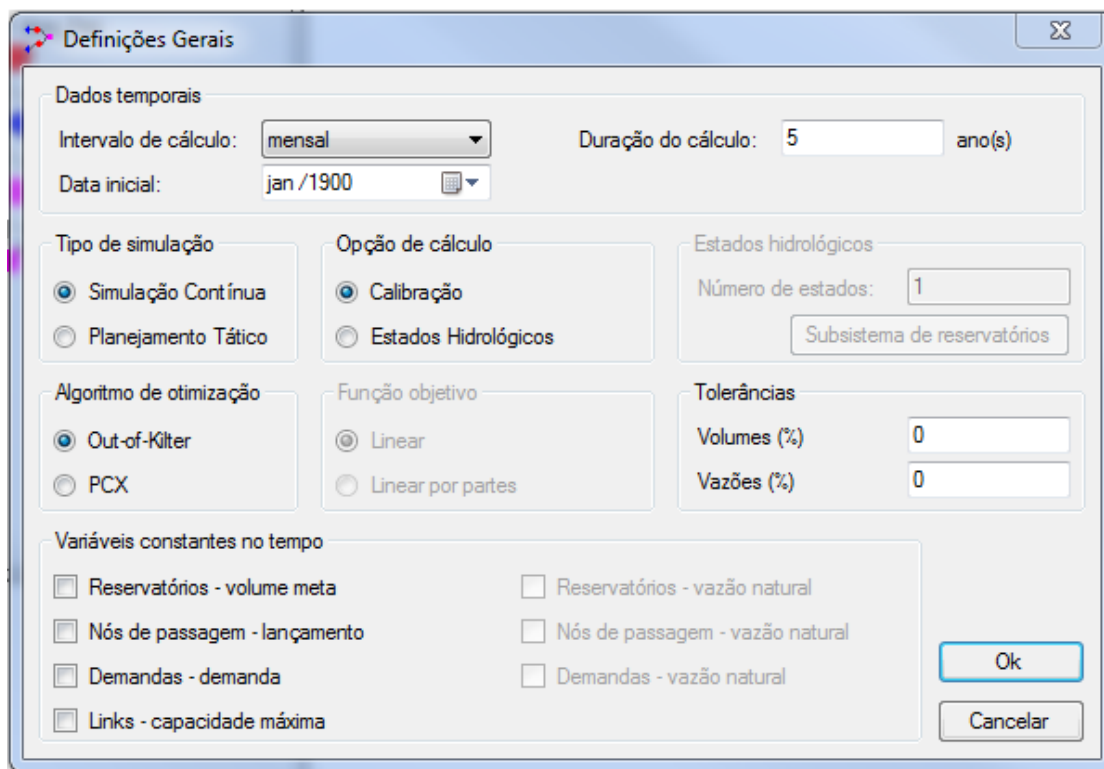


Figura C.4 – Janela de Alocação das Definições Gerais do Modelo.

### 3. DETERMINAÇÃO DO MODO SECUNDÁRIO DE SIMULAÇÃO

Para a realização das simulações, o programa AcquaNet dispõe de um módulo principal, no qual as informações e definições da modelagem são feitas, ou seja, é por ele que se realizam as operações básicas de definição do programa (traçado da rede, definições gerais e criação e salvagem de projetos). Além desse módulo base, na versão 2013 do aplicativo, 4 modos secundários são disponibilizados, são eles: alocação de água, qualidade da água, irrigação e curvas de aversão a risco. Como descrito por Osorio (2011), esses módulos secundários utilizam a modelagem feita pelos algoritmos de fluxo do aplicativo com o intuito de resolver problemas específicos de forma independente. Há um intercâmbio de dados entre o módulo base e o secundário, sendo que as informações disponibilizadas nas definições do modelo e os resultados das simulações servem de base para que essa comunicação ocorra e a solução para o modo secundária seja adquirida.

Para o desenvolvimento desse estudo, optou-se pela escolha do módulo de alocação de água, uma vez que o objetivo do projeto é justamente o auxílio ao gerenciamento do uso de recursos hídricos na região do Distrito Federal e entorno.

## 4. MÓDULO ALOCAÇÃO DE ÁGUA

Como característica principal, pode-se identificar que esse modo de cálculo disponibiliza insumos para identificação de possíveis falhas em fornecimento de água nas diferentes regiões simuladas no modelo, assim como evidencia possíveis usos conflitantes dos recursos e disponibiliza dados de vazões necessárias e fornecidas para os diferentes pontos de uma rede.

Esse tipo de abordagem do problema é bastante indicado para o auxílio a decisões de gerenciamento, planejamento e análise de possíveis intervenções em projetos de redes de abastecimento, possibilitando que sejam quantificadas as consequências dessas ações na operação futura do sistema.

### 4.1. SIMULAÇÕES DISPONÍVEIS

Assim como seu antecessor, MODSIM, a plataforma AcquaNet disponibiliza a realização de cálculos a partir de dois tipos de simulações: a Simulação Contínua e o Planejamento Tático.

#### 4.1.1. SIMULAÇÃO CONTÍNUA

O modelo de simulação descrito como Simulação Contínua se caracteriza por realizar cálculos sequencialmente no tempo, para esse tipo de simulação são fornecidas informações por meio de uma série histórica, cuja quantidade de anos coincide com a disponibilizada nas definições gerais do modelo e a qual servirá de base para os cálculos a serem realizados continuamente por todos os anos da série. Na Simulação Contínua, os dados iniciais de volume dos reservatórios são tomados como base para se computar o atendimento às demandas e simular o volume que se obtém ao final do primeiro ano. A partir disso, ao segundo ano, tomam-se os volumes finais do primeiro ano como base e se realizam as comparações de atendimento e quantificação dos volumes finais do terceiro ano a partir dele.

Esse modo de simular o problema segue nesse processo continuamente para todos os anos da série histórica, com frequência determinada pelo usuário nas definições iniciais e disponibilizada pelos dados de cada nó, até o ano final dela. Com isso, obtém-se a continuidade também na disposição dos resultados, por conta disso (e pelos cálculos realizados continuamente em todo o processo) que o modelo de simulação leva esse nome.

Percebe-se que, como o modelo depende primeiramente dos dados iniciais de volume dos reservatórios para a obtenção dos primeiros resultados, quanto maior é a série de dados que com a qual se alimenta o modelo, menos se depende dos valores iniciais disponibilizados. Isso

se dá pois, à medida que o programa realiza seus cálculos, os volumes resultantes irão convergindo a um valor mais próximo da realidade. É por isso que, a depender da série histórica com que se alimenta o aplicativo, torna-se indiferente o valor que se define como volume inicial do reservatório, pois ao final a convergência se dará da mesma forma.

Vale destacar, portanto, que a escolha pela Simulação Contínua para abordar o problema é mais indicada para situações que se deseja adquirir uma noção do comportamento atual do sistema que se deseja modelar. Em outras palavras, por ela se consegue realizar uma análise das possíveis falhas em atendimento, permitindo uma intervenção mais precisa na origem do problema e auxiliando no suprimento das necessidades da rede.

#### 4.1.2. PLANEJAMENTO TÁTICO

Diferentemente da Simulação Contínua, cujo objetivo é a verificação da operação do sistema em uma série de anos conhecida, o Planejamento Tático visa por disponibilizar a previsão do comportamento da rede em um horizonte de simulação determinado.

Esse tipo de cálculo se caracteriza por ter um caráter mais estatístico. E para realizar os cenários futuros, o programa primeiramente exige a determinação da quantidade de anos constituintes do horizonte de simulação (NH) e em seguida deve-se, assim como feito na Simulação Contínua, disponibilizar os dados da série histórica (NT – quantidade de anos da série histórica) para os nós constituintes do modelo. A partir disso, o programa realiza as previsões de parâmetros para todos os anos do horizonte de previsão, com base nos dados do primeiro ano da série histórica e do volume inicial do reservatório; o que se segue disso é a previsão para os mesmos anos do horizonte, partindo também dos volumes iniciais, mas agora se baseando nos dados do segundo ano histórico. Esse processo segue continuamente até que se atinja o ano  $NT - NH + 1$ , a partir disso o programa encerra seus cálculos e apresenta os dados estatísticos referentes a cada mês do horizonte a ser previsto.

Como recomendado no Manual do Usuário (2002), a escolha dessa alternativa é mais indicada quando se apresenta como objetivo a realização do planejamento e/ou operação de sistema de reservatórios. Para tal fim, recomenda-se que se utilizem horizontes de simulação de dois anos.

## 4.2. OPÇÕES DE CÁLCULO

Nos modos de cálculo disponibilizados pelo aplicativo, pode-se optar entre as seguintes alternativas: Estados Hidrológicos e Calibração. Para cada opção, há uma configuração distinta de alimentação de dados e rotina de cálculo, como se descreverá a seguir.

### 4.2.1. CÁLCULO POR ESTADOS HIDROLÓGICOS

Nessa opção, o aplicativo contabiliza as vazões de demanda, os volumes meta e as prioridades em uso no cálculo dos meses a partir do estado hidrológico fornecido como dado para ele. Em outras palavras, o quanto se tem de capacidade de armazenamento nos reservatórios inseridos no modelo define o cálculo e o resultados dos parâmetros de cada componente da rede a serem analisados pelo AcquaNet. Vale destacar que esse modo de interação aceita a criação de no máximo vinte estados hidrológicos simultaneamente (possibilidade proporcionada pela versão 2013, a versão anterior permitia a contabilização de até no máximo sete).

A definição do estado hidrológico exige do usuário a alimentação de informações da quantidade de estados a serem considerados no modelo, além de se determinar o esquema dos subsistemas desses estados (determinando os reservatórios a serem incluídos no mesmo, assim como as fronteiras do estado), como se demonstra na Figura C.5.

Subsistema	
Res_1	<input type="checkbox"/> pertence
Res_2	<input type="checkbox"/> pertence
Res_3	<input type="checkbox"/> pertence

Fronteiras	
fronteira 1	0.00

Ok Cancelar

Figura C.5 – Definição de Subsistema de Reservatórios.

### 4.2.2. CÁLCULO POR CALIBRAÇÃO

Já o modo de cálculo por calibração, segundo o Manual do Usuário (2002), a rotina de iterações é feita baseada nos valores fornecidos a cada nó componente da rede, sem considerar o estado atual do sistema. Em outras palavras, o modelo irá rodar os cálculos de acordo com as séries

históricas disponibilizadas na definição do problema, desconsiderando a quantidade de estados hidrológicos incluídos no mesmo.

Diferentemente do que ocorre com o modo de cálculo anterior, não se necessita da alimentação de informações extras quando se opta pela calibração, são necessários apenas os dados de demandas e de vazões dos reservatórios.

#### 4.3. DADOS A SEREM ALIMENTADOS

Além das definições gerais dadas no início da simulação, o modelo exige do usuário a disponibilização de séries históricas de vazões de demanda, curvas cota x volume e taxas de evaporação de reservatórios e capacidade máxima dos arcos inseridos nele. Para realizar essa operação, deve-se clicar com o botão direito do *mouse* em cima do nó ou arco que se deseja alimentar de informações e dispô-la nos respectivos campos. A seguir demonstram-se na Figura C.6, Figura C.7, Figura C.8 e Figura C.9 exemplos de janelas de edição de dados de diferentes componentes da rede.

Dados do reservatório Res\_1

Características físicas | Prioridade / Volume meta | Vazão natural / Evaporação

Identificação

Nome: Res\_1

Volumes característicos

Volume máximo (Mm³): 0,000

Volume mínimo (Mm³): 0,000

Volume inicial (Mm³): 0,000

Tabela cota x área x volume

Cota (m)	Área (km²)	Volume (Mm³)
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000
0,000	0,000	0,000

Ok Cancelar

Figura C.6 – Janela de Inserção de Dados Físicos de Reservatório.

Dados do reservatório Res\_1

Características físicas | Prioridade / Volume meta | Vazão natural / Evaporação

Prioridade do volume meta

Valor	
99	

Volume meta (fração do volume máximo)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun
1900	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1901	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1902	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1903	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
1904	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Ok Cancelar

Figura C.7 – Janela de Inserção de Dados de Prioridade e Volume Meta de Reservatório.

Dados da demanda Dem\_1

Demanda | Prioridade / Lançamento | Vazão natural

Identificação

Nome: Dem\_1

Demanda (m³/s)

	jan	fev	mar	abr	mai	jun
1900	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1901	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1902	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1903	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1904	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Ok Cancelar

Figura C.8 – Janela de Inserção de Dados de Demanda.

Prioridade da demanda	
Valor	
1	

Lançamento	
Nome do nó de lançamento	Fração de lançamento
	0,00
	0,00
	0,00

Ok Cancelar

Figura C.9 – Janela de Inserção de Dados de Prioridade de Demanda.

Vale destacar que as células de dados têm o mesmo funcionamento que aquelas pertencentes a programas de planilhas, permitindo que se copie e cole, para as mesmas, valores de parâmetros e proporcionando também a edição manual em cada uma.

Além disso, vale comentar também que no campo de “Lançamento”, nas definições da demanda, só se deve incluir informações no caso de ela apresentar alguma porcentagem de retorno de vazões ao sistema, não consumindo toda a vazão disponibilizada (como no caso de vazões de esgoto, que retornam ao sistema como afluentes). Nessa situação, o programa permite ao usuário que se defina a porcentagem da vazão consumida que retorna ao sistema e em quais nós essa vazão é lançada.

Outra alternativa dada pelo AcquaNet para se editar ou adicionar dados ao sistema se dá a partir do botão de dados globais (representado pela Figura C.10), a partir do qual se abre uma janela de edição de dados com uma aba destinada a cada componente da rede e a partir da qual se consegue selecionar o elemento que se deseja modificar e o tipo de informação que irá ser adicionada. Pela Figura C.11, é possível obter um exemplo de inserção de dados em reservatórios, em que basta selecionar o reservatório a ser caracterizado, a informação a ser adicionada e clicar no botão “Dados” para inserir, na janela que se abre, as informações pertinentes ao nó ou arco em questão.



Figura C.10 – Botão de Acesso à Janela de Dados Globais.

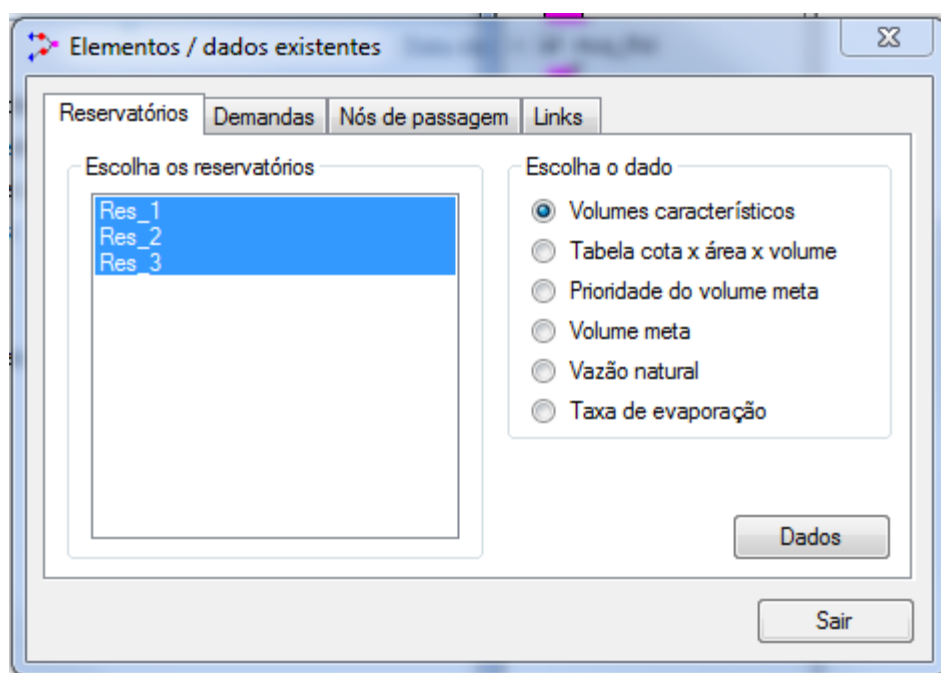


Figura C.11 – Janela de Inserção de Dados Globais.

#### 4.4. CÁLCULO DE PARÂMETROS

Assim que todas as definições, considerações, os traçados e dados foram incluídos no modelo do aplicativo, de maneira apropriada, parte-se, por fim, para o cálculo da rede. O aplicativo exige que, antes de se fazer os cálculos, o modelo criado seja salvo. Portanto, essa ação pode ser feita clicando no botão relativo ao salvamento de arquivos (Figura C.12) ou clicando diretamente no botão de cálculo (Figura C.13).



Figura C.12 – Botão de Salvação do Projeto.



Figura C.13 – Botão de Realização dos Cálculos.



#### 4.5. RESULTADOS

Depois que o programa realizou o equilíbrio hídrico do sistema e computou os valores de todos os parâmetros da rede, o resultado da análise é disponibilizado em uma janela acessada pelo botão de resultados, representado pela Figura C.14.



Figura C.14 – Botão de Acesso aos Resultados.

Para a visualização dos resultados para cada elemento componente da rede, basta selecionar, na aba específica de cada componente, o dado que se deseja analisar e selecionar o botão “Resultados”, como demonstrado na Figura C.15. O programa também fornece a possibilidade de tratar os nós ou arcos em conjunto e apresentar o resultado dos mesmos como um sistema, para que se consiga realizar tal operação basta marcar a opção “Resultados do Sistema”, antes de clicar no botão de resultados. Por fim, vale ressaltar também que um resumo das principais propriedades de cada elemento é disponibilizado para verificação a partir do botão “Resumo”.

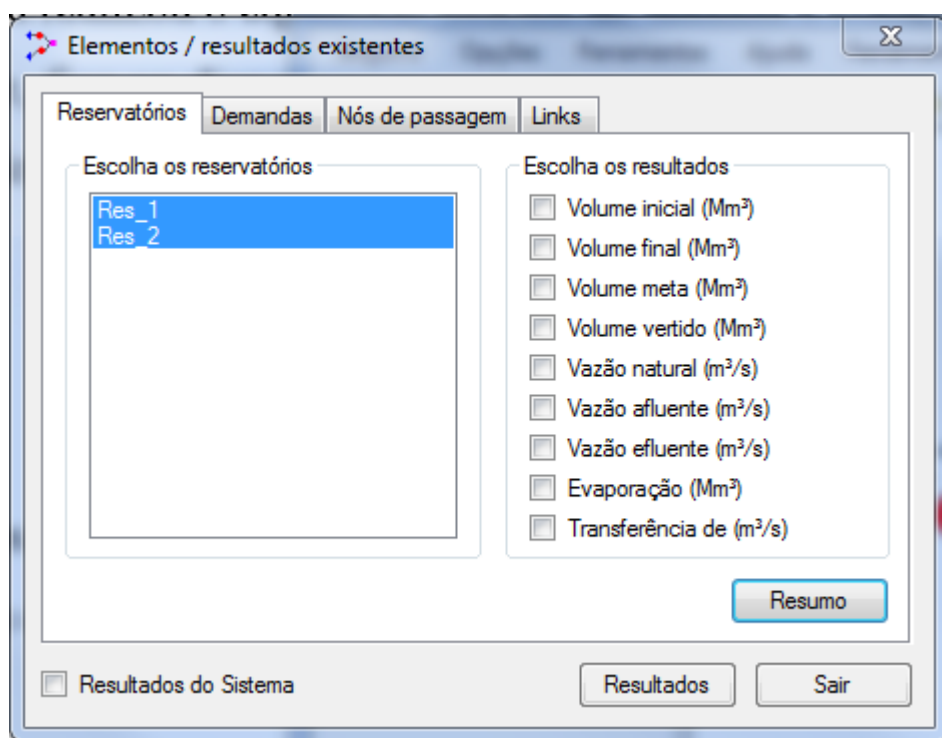


Figura C.15 – Janela de Apresentação de Resultados de Reservatórios.

#### 4.5.1. RESULTADOS DE RESERVATÓRIOS

Como observado na Figura C.15, os reservatórios apresentam diversos parâmetros a serem analisados na simulação. Pelo Manual do Usuário (2002), retira-se a definição de cada parâmetro, consoante descrito a seguir.

Volume final: apresenta, em formato de planilha ou gráfico, o volume armazenado nos reservatórios em função da garantia (em porcentagem) fornecida pelo usuário;

Probabilidade do volume final: apresenta, em formato de planilha ou gráfico, a probabilidade de o volume armazenado nos reservatórios ser maior ou igual a um valor de volume (em porcentagem) fornecido pelo usuário;

Valores obtidos: apresenta, em formato de planilha, todos os valores obtidos durante a realização dos cálculos. Estes valores são utilizados pelo AcquaNet na obtenção dos resultados anteriores.

#### 4.5.2. RESULTADOS DEMANDAS

Pela Figura C.16, consegue-se perceber a disposição dos diferentes parâmetros que podem ser obtidos como resultado para os nós de demanda presentes no modelo.

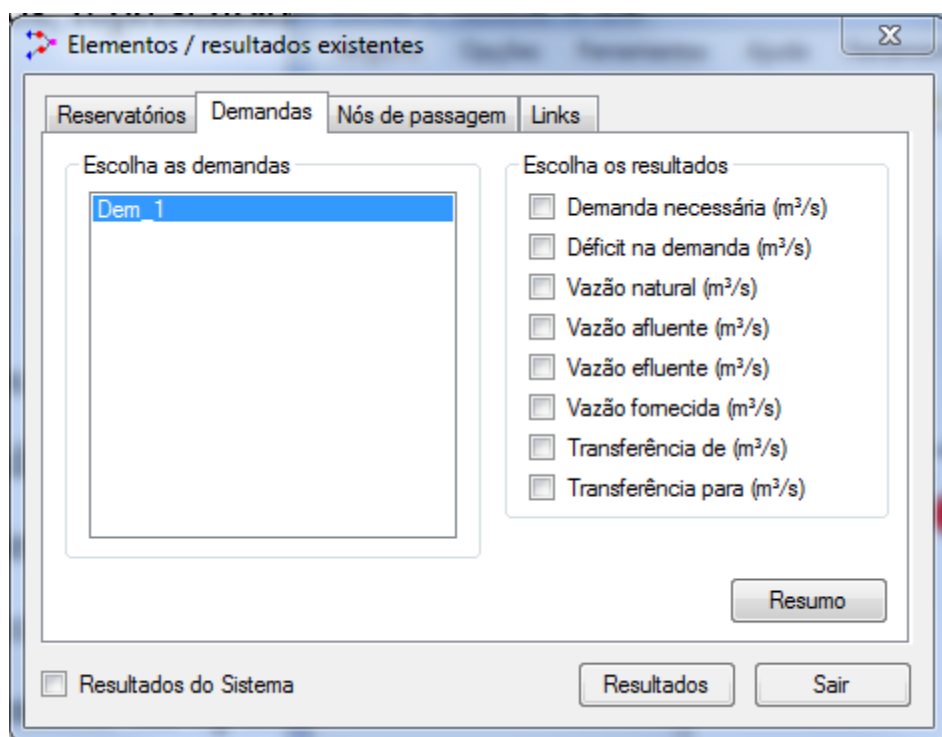


Figura C.16 – Janela de Apresentação de Resultados de Demandas.

Assim, como feito para os reservatórios da simulação, o Manual do Usuário (2002) apresenta as definições de cada característica calculada como descrito abaixo:

Falhas no mês: apresenta, em formato de planilha ou gráfico, a probabilidade de ocorrerem falhas ao longo dos meses do horizonte de simulação;

Falhas consecutivas (2 ou mais meses): apresenta, em formato de planilha ou gráfico, a probabilidade de ocorrerem falhas durante 2 ou mais meses consecutivos, ao longo dos meses do horizonte de simulação;

Déficits: apresenta, em formato de planilha ou gráfico, os déficits no atendimento das demandas em função da probabilidade de ocorrência (em porcentagem) fornecida pelo usuário;

Vazões fornecidas (valores mensais): apresenta, em formato de planilha ou gráfico, as vazões fornecidas às demandas em função da garantia (em porcentagem) fornecida pelo usuário;

Vazões fornecidas (valores médios anuais): apresenta, em formato de planilha e gráfico, as vazões médias anuais fornecidas às demandas em função da garantia (em porcentagem) fornecida pelo usuário;

Valores obtidos: apresenta, em formato de planilha, todos os valores obtidos durante a realização dos cálculos. Estes valores são utilizados pelo AcquaNet na obtenção dos resultados anteriores.

#### 4.5.3. RESULTDOS DOS ARCOS

Por fim, consegue-se adquirir a partir do equilíbrio hídrico simulado pelo programa os quantitativos das características de cada arco do modelo. Por meio da Figura C.17, apresenta-se a janela que discrimina os diferentes parâmetros a serem analisados.

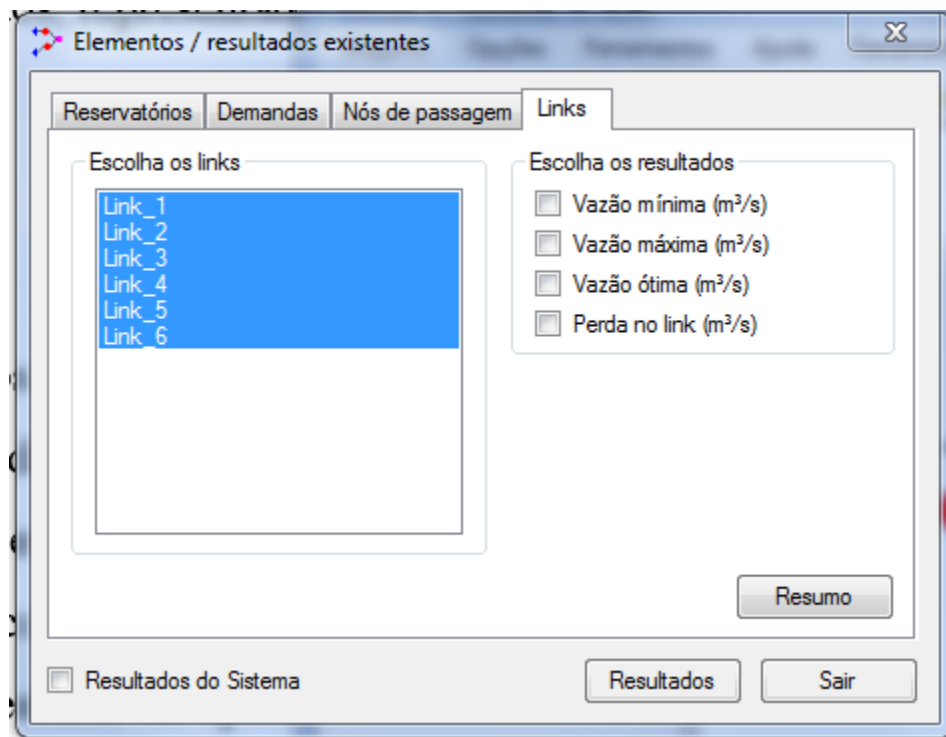


Figura C.17 – Janela de Apresentação de Resultados de Arcos.

Abaixo se dispõem as definições para cada característica apresentada:

Vazões ótimas: apresenta, em formato de planilha ou gráfico, as vazões ótimas nos links em função da garantia (em porcentagem) fornecida pelo usuário;

Valores obtidos: apresenta, em formato de planilha, todos os valores obtidos durante a realização dos cálculos. Estes valores são utilizados pelo AcquaNet na obtenção do resultado anterior.